

# Diagnostik von chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen durch Sonographie

LIMBERG, B.

Medizinische Klinik, Städtisches Krankenhaus Wolfenbüttel, Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Göttingen

ZUSAMMENFASSUNG

Als nichtinvasivem morphologischem Verfahren kommt der Abdominalsonographie eine zunehmende klinische Bedeutung bei der Diagnostik chronisch-entzündlicher Darmerkrankungen zu. Sonomorphologisches Substrat der entzündlichen Wandinfiltration ist die echoarme und verdickte Darmwand, die als pathologische Kokarde imponiert. Durch die Abdominalsonographie können im akuten Stadium der Morbus Crohn und die Colitis ulcerosa mit großer Sensitivität diagnostiziert werden. Die Sonographie ermöglicht die Beurteilung der intra- und auch extramuralen Ausdehnung der Entzündung. Insbesondere bei Patienten mit einem Morbus Crohn ist die Sonographie geeignet, die typischen Komplikationen der Erkrankung, wie z. B. Fisteln, Abszesse und Stenosen, zu diagnostizieren. Durch die Duplex- und Farbduplexsonographie können die als Folge der Entzündung auftretenden hämodynamischen Veränderungen erfasst werden, die eine indirekte Aussage über die Aktivität der Entzündung ermöglichen. Für die Diagnose des perianalen Fistelleidens oder die Diagnose perianaler Abszesse bei einem Morbus Crohn hat sich die endorektale Sonographie neben der Magnetresonanztomographie als wichtigstes diagnostisches Verfahren etabliert.

Aufgrund der großen diagnostischen Möglichkeiten, der fehlenden Belastung und der großen Akzeptanz durch die Patienten ist die Sonographie neben der Endoskopie das wichtigste Untersuchungsverfahren für die Diagnose und Verlaufskontrolle von Patienten mit chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen.

**Schlüsselwörter:** Morbus Crohn – Colitis ulcerosa – Sonographie – Doppler-Sonographie – Farb-Doppler – Diagnostik – endorektale Sonographie – Komplikationen

## (Diagnosis of chronic inflammatory bowel diseases by ultrasonography)

Abdominal sonography as a noninvasive diagnostic method has proven to be of great value in evaluating patients with chronic inflammatory bowel diseases. The ultrasound pattern of bowel inflammation is characterized by a thickened and hypoechoic inflamed bowel wall, which appears like a target on transverse scans. Both Crohn's disease and ulcerative colitis can be detected with great sensitivity by abdominal ultrasonography. Ultrasonography (US) reveals the intra- and extramural spread of the inflammation. US is suitable method for the detection of abdominal complications, such as fistulas, abscesses and strictures, especially in patients with Crohn's disease. Duplex and color Doppler ultrasonography are helpful in the detection of the splanchnic hemodynamic changes in patients with intestinal inflammation. This offers a noninvasive and indirect means of assessing disease activity. Both endorectal ultrasonography and MRT are the most sensitive methods to detect fistulas and abscesses in patients with Crohn's disease.

Because of the diagnostic possibilities, the unstressful nature of the procedure and the general acceptance by the patients, next to endoscopy, ultrasonography is the most important diagnostic procedure both as a primary diagnostic imaging modality and for the follow-up of patients with inflammatory bowel diseases.

**Key words:** Crohn's disease – ulcerative colitis – ultrasonography – Doppler ultrasound – color Doppler – diagnosis – endorectal ultrasonography – complications

Manuskript eingetroffen: 23.03.1999

In vorliegender Form angenommen: 26.03.1999

Anschrift für die Verfasser: Prof. Dr. med. Bernd Limberg,  
Medizinische Klinik, Städtisches Krankenhaus, Alter Weg 80,  
D-38302 Wolfenbüttel

## EINLEITUNG

Die Diagnose der chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen basiert auf der Anamnese, dem klinischen Untersuchungsbefund, der Labordiagnostik und den bildgebenden Untersuchungsverfahren, mit denen das Ausmaß der entzündlichen Infiltration bestimmt wird. Unter den morphologischen Untersuchungsverfahren ist für die Primärdiagnostik die endoskopische Untersuchung die sensitivste Methode zum Nachweis von entzündlichen Schleimhautveränderungen im Gastrointestinaltrakt. Durch die histologische Untersuchung der entnommenen Biopsien ist eine weitere differentialdiagnostische Klärung möglich. Klassische ra-

diologische Untersuchungsverfahren wie der Dünndarmdoppelkontrast nach *Sellink* und der Kolonkontrasteinlauf werden wegen ihrer Strahlenbelastung zunehmend in geringerem Umfang für die Diagnostik eingesetzt.

Die abdominelle Sonographie hat sich in den vergangenen Jahren als eine wichtige diagnostische Methode im Rahmen der Basisdiagnostik und insbesondere auch in der Verlaufskontrolle von Patienten mit chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen entwickelt. Durch die Verbesserung des Auflösungsvermögens der Geräte und die Entwicklung neuerer Untersuchungstechniken ist eine zunehmend bessere sonographische Darstellung der Strukturen der Darmwand

möglich geworden. Durch die Endoskopie und die Röntgenuntersuchung des Gastrointestinaltraktes können Veränderungen der Schleimhautoberfläche diagnostiziert werden, vor allem für die Beurteilung der

hin kann das den Darm umgebende Gewebe und die Beziehung pathologischer Befunde zu den benachbarten Organen beurteilt werden. Durch die sonographische Darstellung der intramuralen und extramuralen

Ausdehnung eines pathologischen Befundes ist eine neue Dimension bei der Diagnostik von chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen erschlossen worden. Dies hat dazu geführt, daß die Ultraschalluntersuchung bei der Diagnostik von chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen eine zunehmende klinische Bedeutung erlangt.

### SONOGRAPHISCHER NORMALBEFUND

Die sonographische Darstellbarkeit des normalen Darmes und der übrigen Abdominalorgane unterscheidet sich in wesentlichen Punkten voneinander. Bei der Abdominalsonographie sind Organe wie Leber, Gallenblase, Pankreas, Nieren etc. und deren Organgrenzen sonographisch gut zu beurteilen. Weiterhin ist eine detaillierte Beurteilung der Binnenstruktur und der Leitstrukturen (z. B. Gefäße, Gallenwege etc.) innerhalb der Organe möglich. Ein normaler sonographischer Befund schließt deshalb eine Organerkrankung unter Berücksichtigung der Auflösungs- und diagnostischen Grenzen des Verfahrens weitestgehend aus. Im Gegensatz dazu ist jedoch im Rahmen der konventionellen Abdominalsonographie der normale, nicht pathologisch veränderte Darm nur in Abschnitten erkennbar. Durch den Stuhl- und Luftgehalt des Darmes sind eine Beurteilung der Darmwandstruktur und des Lumens und eine

deutliche Abgrenzung von benachbarten Darmabschnitten, also die eindeutige Erkennung der Organgrenzen einzelner Darmabschnitte, nur eingeschränkt möglich. Ein weiterer limitierender Faktor ist die geringe Größe der Darmwandstrukturen. Die normale



Abb. 1: Normale Antrumkokarde: Die echoarme Muscularis propria erscheint im Bereich der gesamten Zirkumferenz gleichförmig und ist als sonographische Leitstruktur gut zu erkennen. Die echoreiche Submukosa kann nicht eindeutig von der Mukosa getrennt werden.



Abb. 2: Normaler Magen. Am flüssigkeitsgefüllten Magen kann der sonographische Wandaufbau exemplarisch untersucht werden. Innerhalb der Darmwand (W) sind jetzt fünf Wandschichten wechselnder Echogenität zu erkennen.

Mukosa und luminaler, oberflächennaher pathologischer Prozesse ist die Endoskopie das sensitivste Verfahren. Die Sonographie dagegen ermöglicht eine gezielte Darstellung der Magen-Darm-Wand und der transmuralen pathologischen Veränderungen. Weiter-

Darmwand hat nur eine Dicke von 3–4 mm. Für eine detaillierte Diagnostik ist jedoch zusätzlich eine Differenzierung einzelner Schichten innerhalb der Darmwand erforderlich. Die sonographische Darstellbarkeit des normalen Darmes ist deshalb im Rahmen der konventionellen Abdominalsonographie nicht mit der guten Darstellbarkeit der übrigen Oberbauchorgane vergleichbar.

Unter normalen Bedingungen und Fehlen pathologischer Wandveränderungen läßt sich die Darmwandstruktur an der Antrumkardie exemplarisch darstellen (Abb. 1) (1, 2).

Histologisch sind innerhalb der Darmwand fünf Schichten abgrenzbar: Mukosa, Lamina muscularis mucosae, Submukosa, Muscularis propria und Serosa. Diese histologischen Schichten sind auch für die sonographisch erkennbare Wandstruktur und die Wandschichten verantwortlich (Tab. 1). Bei flüssigkeitsgefülltem Lumen und Verwendung höherfrequenter Schallköpfe ist die Detailbeurteilung der Darmwand deutlich besser. Innerhalb der Wand sind dann fünf Schichten wechselnder Echogenität zu erkennen (Abb. 2) (3). Die normale Darmwand hat eine Dicke von 3–4 mm.

Da bei der normalen Abdominalsonographie 3,5-MHz-Schallköpfe routinemäßig verwendet werden, sind wegen des begrenzten Auflösungsvermögens dieser Schallköpfe innerhalb der Magenwand häufig nur drei und nicht fünf Wandschichten zu erkennen (Abb. 3). Die luminale Begrenzung wird durch eine echoreiche Wandschicht gebildet, die aus der Mukosa und der Submukosa besteht. Eine Differenzierung der Mukosa von der Submukosa ist unter diesen Bedingungen nicht möglich. Sonographisch als Orientierungsstruktur immer gut darstellbar ist die Muscularis propria, die als ein echoarmer Ring von gleichmäßiger Wandstärke erscheint. Der äußere echoreiche Reflex, der dem Austrittsreflex und der Serosa bzw. dem subserösen Fettgewebe entspricht, geht in die Echostruktur des umgebenden Bindegewebes über. Bei luft- oder

stuhlgefüllten Darmabschnitten erscheint das Darmlumen ebenfalls echoreich, eine eindeutige Trennung zwischen der echoreich sich darstellenden Mukosa/Submukosa und dem luft- und stuhlgefüllten

Sonographie	Histologie
1. echoreiche Schicht	Eintrittsreflex, Mukosa
2. echoarme Schicht	Mukosa
3. echoreiche Schicht	Submukosa
4. echoarme Schicht	Muscularis propria
5. echoreiche Schicht	Serosa/Subserosa, Austrittsreflex

Tab. 1: Sonographischer Darmwandaufbau

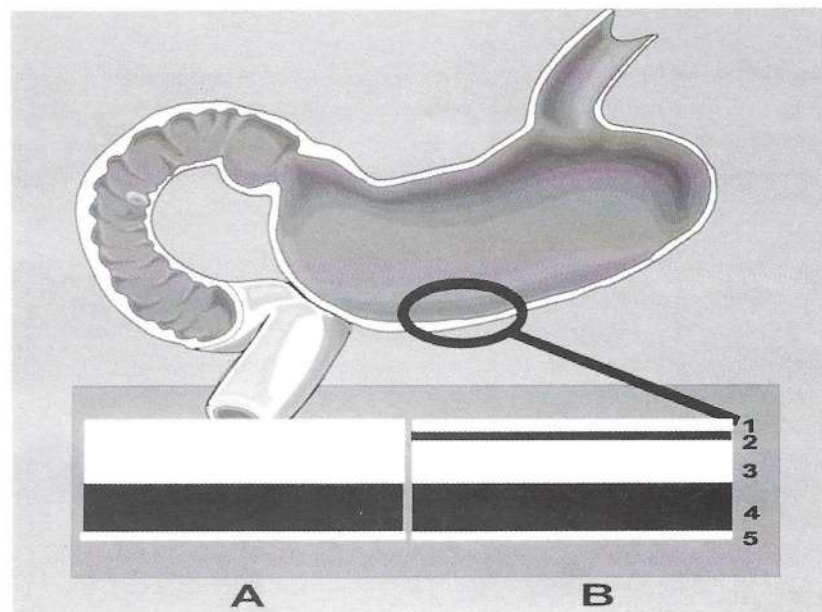


Abb. 3: Normale Darmwandschichten. A: Bei Verwendung eines 3,5-MHz-Schallkopfes kann die Mukosa nicht eindeutig von der Submukosa getrennt werden. Sonographisch sind dann nur drei Wandschichten erkennbar. B: Bei Verwendung höherfrequenter Sonden (⇒ 5 MHz) sind innerhalb der Darmwand fünf Schichten wechselnder Echogenität nachweisbar, die den anatomischen Wandschichten zuzuordnen sind.

Darmlumen ist dann nicht möglich (Abb. 4). Die Echogenität der echoreichen Mukosa/Submukosa und auch der Serosa/Subserosa entspricht dabei in etwa der Echogenität des umgebenden echoreichen Bindegewebes. Am nicht pathologisch veränderten Darm sind durch die Farbduplexsonographie Gefäße innerhalb der Darmwand oder im umgebenden Mesenterium in der Regel nicht darstellbar. Unter physiologischen Bedingungen sind während der Real-time-Sonographie peristaltische Bewegungsabläufe des Darmes

erkennbar, die zu einer Änderung der Konfiguration der Kokarde und der Lumenweite führen. Kennzeichnend für die normale Darmwand ist weiterhin die Kompressibilität der Darmstrukturen, d. h. nach Kompression des Abdomens mit dem Ultraschallkopf von außen ändert sich die Konfiguration der Kokarde entsprechend dem ausgeübten Druck. Voraussetzung für die detaillierte Analyse der Wandveränderungen ist die Verwendung höherfrequenter Schallköpfe (größer 5 MHz). Der Nachteil der geringen Eindringtiefe dieser

den Abstand zwischen der pathologischen Kokarde und dem Schallkopf zu verringern.

## SONOGRAPHISCHE BEFUNDE BEI CHRONISCH-ENTZÜNDLICHEN DARMERKRANKUNGEN

Die sonographische Darstellbarkeit des normalen Darmes ist im Rahmen der konventionellen Abdominalsonographie begrenzt. Im Gegensatz dazu sind pathologische Befunde jedoch aufgrund der Änderungen der Echogenität, der Darmwandstruktur und der Wanddicke einer sonographischen Diagnostik gut zugänglich.

Sonomorphologisches Korrelat einer entzündlichen oder auch tumorösen Infiltration des Gastrointestinaltraktes ist die pathologische Kokarde. Die entzündlich verdickte Darmwand stellt sich echoarm dar, im Querschnitt erscheint der infiltrierte Darmabschnitt mit einer Target-Konfiguration und im Längsschnitt als tubuläre Struktur (1, 2, 5–12). Für das Verständnis der sonographischen Befunde bei Patienten mit chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen ist die Kenntnis der histologischen Veränderungen von Bedeutung (13). Morbus Crohn und die Colitis ulcerosa sind die wichtigsten chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen, die sich durch ein unterschiedliches Befallsmuster des Gastrointestinaltraktes und durch eine unterschiedliche Ausdehnung der Entzündung innerhalb der Darmwand voneinander unterscheiden. Bei der Colitis ulcerosa breitet sich die Entzündung per continuitatem vom Rektum beginnend nach weiter proximal aus. Die entzündliche Infiltration ist in der Regel auf die Mukosa beschränkt und

dehnt sich nur fakultativ proportional zur Tiefe aus. Nur bei fulminanten Verläufen der Kolitis sind auch die tieferen Wandschichten beteiligt. Der Morbus Crohn dagegen kann den gesamten Gastrointestinal-

### Darmwand

- echoarme Darmwand
- Verdickung der Darmwand
- Aufhebung der Haustrierung
- Reduzierung der Lumenweite
- zunehmende Aufhebung der Wandschichten (fließende Übergänge von erhaltener bis zu vollkommen aufgehobener Wandschichtung)
- fehlende Peristaltik
- vermehrte Vaskularisation (Farbduplexsonographie), floride Entzündung
- echoreicher Halo (Abdeckung durch Omentum majus)
- Stenose, prästenotische Dilatation des Darmes

### Fistel

- echoarme, langstreckige, tubuläre Struktur
- unregelmäßige Begrenzung
- intraluminal, echoreiche Reflexe mit zum Teil dorsalem Schallschatten (Luft)
- Beziehung zu entzündlich infiltrierte Darm
- Beziehung zu benachbarten Organen (Harnblase, Uterus, Bauchwand, benachbarte Darmschlingen)

### Mesenteriale Entzündungsstraßen, Abszess

- echoarme Raumforderung, inhomogene Binnenstruktur
- bizarre, unregelmäßige Außenkontur
- Beziehung zu benachbarter entzündlich infiltrierter Darmwand oder Fistel
- deutliche Befundprogredienz
- vermehrte Vaskularisation in der Umgebung der Fistel oder des Abszesses

### Sonographische Zeichen vermehrter Entzündungsaktivität

- echoarme, deutlich verdickte Darmwand
- Aufhebung der Wandschichtung, homogene Darmwand
- deutlich vermehrte intra- und extramurale Vaskularisation
- echoreicher Halo
- mesenteriale Entzündungsstraßen
- Fistel
- Abszess
- lokale Druckschmerzhaftigkeit

Tab. 2: Sonomorphologie des Morbus Crohn

Schallköpfe kann durch eine entsprechende Untersuchungstechnik, die als graduierte Kompression bezeichnet wird, kompensiert werden (4). Dabei wird der Schallkopf tief in das Abdomen hineingedrückt, um

trakt befallen, die häufigste Lokalisation ist jedoch das terminale Ileum und das Kolon. Charakteristisch für den Morbus Crohn ist im Gegensatz zur Colitis ulcerosa eine diskontinuierliche Ausdehnung der Entzündung, d. h. entzündete und nichtentzündete Darmabschnitte sind eng benachbart. Im Gegensatz zur Colitis ulcerosa breitet sich die Entzündung bei einem Morbus Crohn transmural und disproportional aus. Die Entzündung kann somit die gesamte Darmwand erfassen, und in den tieferen Abschnitten kann die Entzündung oft stärker ausgeprägt sein als in der Mukosa. Dies erklärt, daß die histomorphologischen Veränderungen in den verschiedenen befallenen Darmabschnitten eine erhebliche Variation aufweisen können. Da die Entzündung sich transmural und extramural ausbreiten kann, werden die Entstehung von Fisteln und die Entwicklung von Abszessen und Entzündungsstraßen, die auf das benachbarte Mesenterium übergreifen, verständlich. Die Kenntnis der unterschiedlichen histologischen Veränderungen ist für die Interpretation der resultierenden sonographischen Darmwandveränderungen von entscheidender Bedeutung.

Wichtigster sonographischer Leitbefund einer entzündlich infiltrierte Darmwand ist die Änderung der Echogenität der Darmwand, die entzündlich infiltrierte Darmwand stellt sich echoärmer als umgebende Bindegewebe dar. Als Folge der transmuralen Entzündung findet sich bei Patienten mit Morbus Crohn in Abhängigkeit vom Ausmaß der entzündlichen Infiltration eine deutliche Zunahme der Wanddicke (5, 14–17) (Abb. 5). Da der Morbus Crohn den Darm diskontinuierlich befallt, können die entzündlichen Veränderungen in den einzelnen Darmabschnitten unterschiedlich stark ausgeprägt sein (Abb. 6). Es finden sich also Areale, die sonographisch nicht verändert sind, neben Arealen, die sonographisch einen eindeutigen pathologischen Befund auf-

weisen. Mit zunehmender transmuraler Ausbreitung der Entzündung wird die Wand dicker, und die erkennbare Wandschichtung wird verwascener, so daß schließlich bei ausgeprägten entzündlichen Veränderungen sonographisch nur noch eine echoarme, homogen erscheinende, deutlich verdickte Darmwand erkennbar ist (Abb. 7). Die durch die Sonographie nachweisbaren Veränderungen der Darmwandstruktur und der Wandschichten können in drei Stadien unterteilt werden (Abb. 8) (1, 14–17).

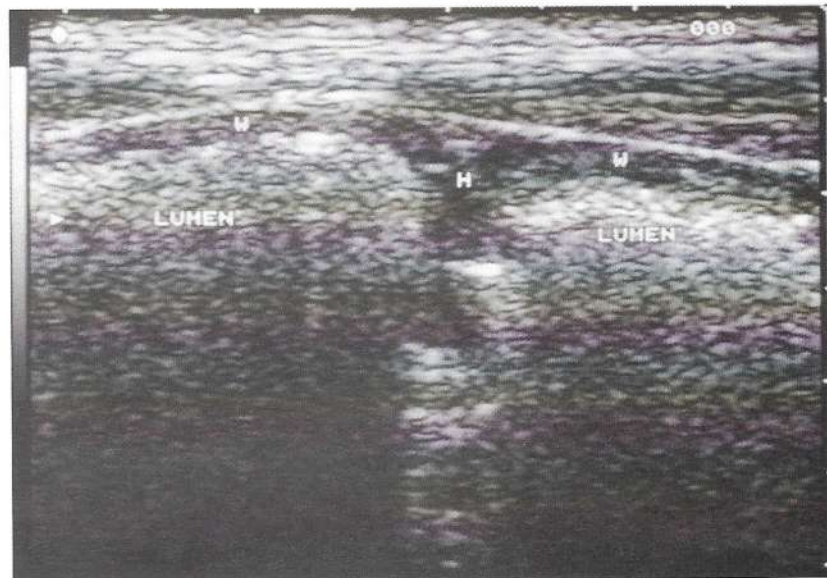


Abb. 4: Normales Kolon. Die echoarme Muscularis propria ist als Leitstruktur der Darmwand (W) erkennbar. Das stuhl- und luftgefüllte Lumen wird durch die Haustren (H) haubenförmig unterteilt.



Abb. 5: Morbus Crohn. Entzündliche Infiltration der Darmwand (W). Die Wand ist echoarm und verdickt. Die Wandschichtung ist akzentuiert, die Mukosa ist deutlich verdickt, die Submukosa und die Muscularis propria sind deutlich abgrenzbar. Die Lumenweite (L) ist reduziert.

**Intestinale Komplikationen**

- entzündliches Konglomerat
- Abszef
- Fisteln
- Stenose
- Ileus/Subileus
- Aszites
- Megakolon

**Extraintestinale Komplikationen**

- Nephrolithiasis
- Hydronephrose
- Cholezystolithiasis
- Leberabszef
- primär-sklerosierende Cholangitis, Ikterus
- entzündliche Gelenkerkrankungen

Tab. 3: Sonographie M. Crohn/Colitis ulcerosa – Komplikationen

- Darmwand echoarm
- Darmwand nur gering verdickt
- Wandschichtung akzentuiert und erhalten
- Nachweis von Pseudopolypen
- Wandschichtung nur im Bereich der Basis der Pseudopolypen partiell aufgehoben
- Verlust der Haustrierung
- weitgehende Aufhebung der Wandschichten nur bei fulminanten Verläufen

Tab. 4: Sonomorphologie der Colitis ulcerosa



Abb. 6: Morbus Crohn. Transversalschnitt. Die lokal entzündlich infiltrierte Wand (+ ... +) erscheint homogen echoarm, die Wandstruktur ist nicht mehr erkennbar (L: Lumen).

Im Gegensatz zum Tumor ist jedoch eine wandüberschreitende Ausbreitung in der Regel nicht nachweisbar, die äußere Kontur ist glatt begrenzt. Nur bei

Bildung von Fisteln, mesenterialen Entzündungsstraßen und Abszessen ist eine wandüberschreitende entzündliche Infiltration erkennbar. Weitere Folge der entzündlichen Wandverdickung ist eine Reduktion der Lumenweite, erkennbar an dem sich nur noch schmal darstellenden, zentralen Reflex. Die am normalen Dickdarm durch die Haustren hervorgerufene Aufteilung des zentralen, echoreichen Reflexes in einzelne haubenartige Kompartimente ist wegen des Verlustes der Haustrierung bei Patienten mit einem Morbus Crohn oder einer Colitis ulcerosa nicht mehr nachzuweisen (Tab. 2).

Zahlreiche Studien haben den großen Stellenwert der Sonographie bei der Diagnostik von Morbus Crohn und Colitis ulcerosa belegt. So kann bereits im Rahmen der konventionellen Abdominalsonographie bei Patienten mit einer aktiven Erkrankung eine entzündliche Infiltration in 71–95% der Fälle mit einer Spezifität von bis zu 94% nachgewiesen werden (5, 16–21). Die unterschiedliche Sensitivität der konventionellen Abdominalsonographie in den vorliegenden Studien kann einmal durch eine unterschiedliche Aktivität und Prävalenz der Erkrankung in den untersuchten Gruppen erklärt werden. Neben der Diagnostik der akuten Erkrankung ist auch das postoperative Rezidiv sonographisch gut diagnostizierbar (22, 23).

Durch die Duplex- und Farbduplexsonographie wird die sonographische Diagnostik wesentlich erweitert, da dadurch die resultierenden hämodynamischen Veränderungen im Rahmen einer akuten Entzündung erfassbar sind. In den bisher vorliegenden Studien wurde auf der einen Seite der arterielle Einstrom in das Splachnikusgebiet durch Mes-

sung des Flußvolumens in der A. mesenterica superior (AMS) und durch die Bestimmung des Resistance-Index (RI) gemessen. Als Maß für den venösen Ausstrom wurden die mittlere Geschwindigkeit und das Flußvolumen in der Vena portae bestimmt (24–32). Die Ergebnisse sind zum Teil widersprüchlich. Bei Patienten mit Morbus Crohn sind im Vergleich zu Gesunden das Flußvolumen in der A. mesenterica superior (AMS), das Flußvolumen und die mittlere Strömungsgeschwindigkeit in der Vena porta erhöht, und der Resistance-Index (RI) in der AMS ist erniedrigt. In der Studie von *Bolondi* (28) war die mittlere Strömungsgeschwindigkeit in der Vena portae signifikant höher bei Patienten mit einer aktiven Erkrankung als bei Patienten mit einer inaktiven Erkrankung. In der Studie von *van Oostaynen* (27) bestand ein Unterschied im Flußvolumen in der AMS und des RI zwischen Patienten mit aktiver und inaktiver Erkrankung. In der Studie von *Macconi* (29) konnte dagegen keine Korrelation zwischen der klinischen Aktivität der Erkrankung und den hämodynamischen Veränderungen gefunden werden. Die hämodynamischen Veränderungen korrelierten mehr mit der Wanddicke und der anatomischen Lokalisation der entzündlichen Infiltration.

Die Messungen der hämodynamischen Parameter in der AMS und der Vena portae erfassen die insgesamt resultierenden Änderungen der Durchblutung im Splanchnikusgebiet. Dagegen kann durch die Farbduplexsonographie direkt die vermehrte Vas-  
kularisation innerhalb der entzündlich infiltrierten Darmwand und im umgebenden Mesenterium dargestellt werden (1, 9, 33, 34). Voraussetzung dafür ist jedoch ein Gerät mit einer sehr guten Sensitivität im Bereich niedriger Strömungsgeschwindigkeiten (Low-



Abb. 7: Morbus Crohn. Langstreckige Wandinfiltration. Die Wand (W) (+ ... +) ist homogen echoarm, die Wandschichten sind nicht mehr erkennbar, die Lumenweite ist reduziert, kein Nachweis einer Haustrierung.

**Idiopathisch**

- Morbus Crohn
- Colitis ulcerosa

**Infektiös**

- Bakterien (z. B. Shigellen, Salmonellen, Yersinien, Mykobakterien, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium difficile*, Chlamydien, Lues)
- Viren (z. B. Zytomegalie-, Herpes-simplex-Virus)
- Parasiten (z. B. Amöben, Schistosomiasis)

**Ischämisch**

- Arteriosklerose
- Embolie, Thrombose

**Systemische Erkrankungen**

- Kollagenosen
- Vaskulitis

**Autoimmune Erkrankungen (?)**

- kollagene Kolitis
- mikroskopische Kolitis

**Therapieinduziert**

- Medikamente
- Bestrahlung
- Operation

**Nichtklassifizierbare Kolitis**

- Colitis indeterminata

Tab. 5: Entzündliche Dickdarmerkrankungen – Differentialdiagnose

flow-Bereich). Um eine optimale Darstellung der Vas-  
kularisation des entzündlich infiltrierten Darmes zu erreichen, ist die Einstellung des Gerätes auf die minimal detektierbare Strömungsgeschwindigkeit erforderlich. Der Nachteil dieser sehr sensitiven Einstellung

ist, daß Bewegungsartefakte, die durch die Atembewegungen oder auch durch die Darmperistaltik benachbarter Darmschlingen hervorgerufen werden, stören. Um diese Artefakte zu reduzieren, sollte die Untersu-

- primäre nichtinvasive Diagnostik bei akuter Symptomatik
- Verlaufskontrolle
- Diagnose intra-, extra- und transmuraler Veränderungen
  - Entzündungsausdehnung
  - Fisteln, Abszesse
- Aktivitätsbeurteilung (Duplex- und Farbduplexsonographie)
- Diagnose akut auftretender Komplikationen
  - toxisches Megakolon
  - Darmperforation
- Beurteilung von Funktionsabläufen
  - Peristaltik (Ileus, Subileus, Stenose)
  - Diagnose extraintestinaler Komplikationen

Tab. 6: Chronisch-entzündliche Darmerkrankungen – Indikationen zur Sonographie

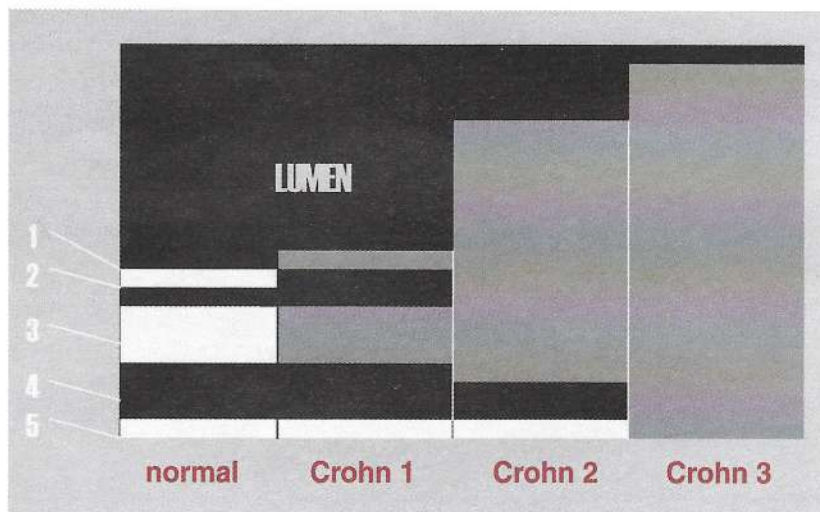


Abb. 8: Schematische Darstellung der Darmwandveränderungen bei Patienten mit Morbus Crohn.

Crohn 1: Die Darmwand ist nur gering verdickt und echoärmer, die fünf Wandschichten sind erkennbar.

Crohn 2: Die Darmwand ist verdickt und echoärmer, die Wandschichten 1-3 sind nicht mehr voneinander differenzierbar, die Schichten 4 und 5 sind noch rudimentär erkennbar.

Crohn 3: Die Darmwand ist deutlich verdickt und echoärmer, eine Wandschichtung ist nicht mehr nachweisbar.

chung deshalb bei Atemstopp erfolgen und die Color-flow-Box auf den infiltrierten Darmabschnitt und die unmittelbare Umgebung begrenzt werden. Durch die Farbduplexsonographie kann die entzündlich beding-

te, vermehrte Vaskularisation direkt sichtbar gemacht werden, der Nachteil der Methode ist jedoch die bisher fehlende Quantifizierung der Veränderungen. Das Vaskularisationsmuster kann in vier Stadien unterteilt

werden (Abb. 9-13). Die vorgeschlagene Graduierung der farbduplexsonographischen Befunde ist jedoch für klinische Fragestellungen ausreichend, um auch im Rahmen einer Verlaufsuntersuchung entsprechende Änderungen erfassen zu können. Die reinen B-Bild-sonographischen Veränderungen der Darmwanddicke und der Darmwandstruktur korrelieren nicht mit dem CDAI-Index (5, 35), d. h., auch bei Patienten, die eine klinische Remission unter einer Behandlung erreichen, können weiterhin entzündlich bedingte Darmwandveränderungen nachweisbar sein. Aufgrund der reinen B-Bild-Darstellung kann nicht sicher unterschieden werden, ob es sich dabei um narbige oder noch floride entzündliche Veränderungen handelt. Der Nachweis einer weiterhin bestehenden vermehrten Vaskularisation kann als ein wichtiges Kriterium für noch aktive entzündliche Veränderungen gewertet werden. Die bisher vorliegenden vorläufigen Daten der Duplex- und Farbduplexsonographie lassen den möglichen Schluß zu, daß diese Veränderungen eher mit der klinischen Symptomatik oder der Rezidivhäufigkeit korrelieren. Diese ersten vorläufigen Befunde müssen jedoch noch durch größere Studien erhärtet werden. Durch die Sonographie und Farbduplexsonographie ergibt sich jedoch hiermit erstmalig eine neuere diagnostische Möglichkeit, mit der zusätzliche morphologische und aktivitätsabhängige Parameter nicht invasiv erfasst werden können.

Die Komplikationen des Morbus Crohn (Tab. 3) können ebenfalls sonographisch diagnostiziert werden (36). Typisch für den Morbus Crohn ist die Ausbildung



von segmentalen, oft kurzstreckigen Stenosen (Abb. 14). Entwickelt sich eine Stenose, so ist der zentrale Lumenreflex verschmälert, der prästenotische Darmanteil erscheint mäßiggradig aufgeweitet, und es findet sich eine Hyperperistaltik (Abb. 15). Durch die konventionelle Abdominalsonographie kann eine Stenose des Ileums in 84%, eine Stenose des Kolons jedoch nur in 58% der Fälle nachgewiesen werden (36). Eine Verbesserung der Stenosedagnostik kann durch die Hydrokolonsonographie erreicht werden (16).

Ausdruck der transmuralen und wandüberschreitenden Entzündung sind entzündliche Umgebungsreaktionen des Mesenteriums. Oft läßt sich ein echoreicher Halo nachweisen, der dem verdickten und adhärennten Mesenterium entspricht. Bei einer akuten Erkrankung ist farbdopplersonographisch eine vermehrte Vaskularisation innerhalb des Mesenteriums erkennbar. Weiterhin lassen sich echoarme Entzündungsstraßen erkennen, die vom entzündlich infiltrierten Darmabschnitt in das Mesenterium hineinziehen. Eine typische Komplikation des M. Crohns ist die Ausbildung von Fisteln (Tab. 2). Fisteln sind sonographisch als schmale, echoarme, z. T. bizarr verlaufende tubuläre Gangstrukturen zu erkennen (1, 36, 37) (Abb. 16). In den Fisteln sind häufig kleine Luftblasen als echoreiche Reflexe mit einem ange deuteten Schallschatten oder Wiederholungsechos nachweisbar. Diese Fisteln können enteroenterisch, enterokutan, enterovesikal oder enterovaginal sich ausbilden. Abszesse stellen sich sonographisch als echoarme, unregelmäßig begrenzte Raumforderungen innerhalb des Abdomens dar, die einen direkten oder über

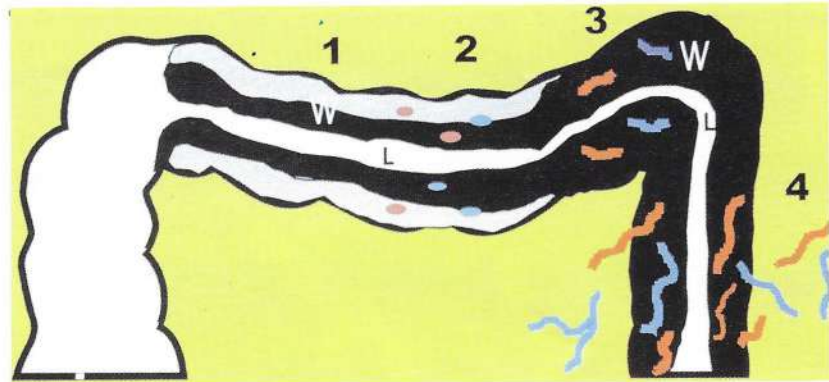


Abb. 9: Schematische Darstellung der Vaskularisationsmuster bei Morbus Crohn  
 1. Die Darmwand ist verdickt und echoarm, die Wandschichtung ist partiell aufgehoben. Kein Nachweis von intra- und extramuralen Gefäßen.  
 2. Innerhalb der entzündlich infiltrierten Darmwand Nachweis von einzelnen, kurzstreckigen Gefäßen.  
 3. Die Darmwand ist verdickt und homogen echoarm. Innerhalb der Wand Nachweis von langstreckigen Gefäßen.  
 4. Innerhalb der Darmwand Nachweis von multiplen, langstreckigen Gefäßen, die aus der Wand in das umgebende Mesenterium ziehen. Deutlich vermehrte Vaskularisation auch des umgebenden Mesenteriums.



Abb. 10: Morbus Crohn. Innerhalb der echoarmen Darmwand sind einzelne, kurzstreckige Gefäße erkennbar.



Abb. 11: Morbus Crohn. Langstreckige Gefäßverläufe innerhalb der entzündlich infiltrierten Darmwand

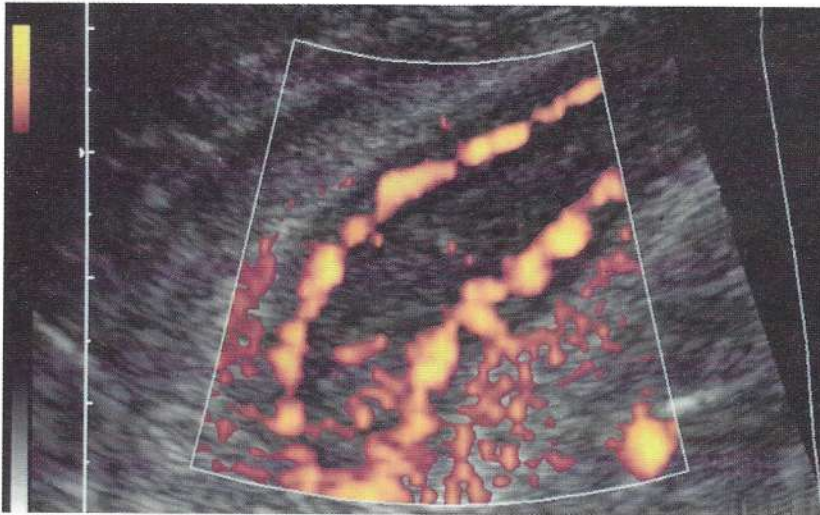


Abb. 12: Morbus Crohn. Durch die Power-Doppler-Sonographie ist die ausgeprägte vermehrte Vaskularisation innerhalb der Darmwand und im direkt benachbarten Mesenterium besonders deutlich darstellbar.



Abb. 13: Morbus Crohn. In direkter Nachbarschaft zu einer entzündlichen infiltrierten Darmwand (W) sind langstreckige Gefäße als Ausdruck einer vermehrten entzündlichen Infiltration des Mesenteriums erkennbar.



Abb. 14: Morbus Crohn. Kurzstreckige Stenose. Die entzündlich infiltrierte Wand (W) ist echoarm, die Lumenweite (L) ist deutlich reduziert.

ein Fistelsystem einen indirekten Kontakt zum entzündlich infiltrierten Darmabschnitt aufweisen (Abb. 17). Abszesse können durch die konventionelle Sonographie in 83% diagnostiziert werden (36). Durch die ultraschallgezielte Feinnadelpunktion kann die Diagnose gesichert werden. Kleinere Abszesse können lokal therapiert werden. Bei 50% der Patienten kann dadurch eine definitive Therapie erfolgen. Prognostisch günstige Kriterien für eine erfolgreiche Therapie sind das erstmalige Auftreten eines Abszesses, die Ausbildung einer kleiner Abszessformation und das Fehlen von ausgedehnten Fistelsystemen (38–40). In der Diagnostik von Abszessen ist die konventionelle Sonographie jedoch der Computertomographie und insbesondere der Magnetresonanztomographie (MRT) unterlegen, von der eine Sensitivität von bis zu 100% angegeben wird.

Eine häufige Komplikation des Morbus Crohn ist die Entwicklung perianaler bzw. perirektaler Fisteln und Abszesse. Eine genaue Kenntnis der anatomischen Ausbreitung der Fisteln bzw. des Abszesses ist für die chirurgische Therapie unbedingte Voraussetzung. Sonographisch kann hier eine exakte Beurteilung nur durch die endorektale Sonographie erfolgen. Dadurch ist eine sehr genaue und detaillierte Analyse des Sphinkterapparates, der Rektumwand und des perirektalen Bindegewebes möglich (Abb. 18). Neben der Endosonographie hat sich als Standard für die Diagnostik und Klassifizierung der perianalen Fisteln die Magnetresonanztomographie erwiesen (41, 42). Vergleichende Untersuchungen zwischen MRT und endorektaler Sonographie zeigen, daß transsphinkterische und intersphinkterische Fisteln mit einer Sensitivität von zirka 90% diagnostiziert werden können

(43). Bei der Diagnose der ischioanal und der intersphinkterischen Abszesse sind MRT und endorektale Sonographie vergleichbar, weiter proximal gelegene supralevatorische Abszesse werden jedoch durch die endorektale Sonographie nur in zirka 40–50% der Fälle diagnostiziert. Dies ist durch die geringe Eindringtiefe der hochfrequenten Sonde zu erklären. Die endorektale Sonographie hat sich neben der Magnetresonanztomographie als das morphologische Verfahren zur Diagnose eines perianalen Fistelleidens etablieren können (43–52).

Bei Patienten mit einer Colitis ulcerosa sind die sonographisch faßbaren Veränderungen deutlich geringer ausgeprägt (16, 17) (Tab. 4, Abb. 19). Dies erklärt sich durch die unterschiedlichen histologischen Veränderungen. Die Colitis ulcerosa ist eine Entzündung, die im wesentlichen – mit Ausnahme von fulminanten Verläufen – auf die Mukosa begrenzt ist (13). Die Wandverdickung ist deshalb deutlich geringer ausgeprägt als bei der transmuralen Ausbreitung der Entzündung bei Patienten mit einem Morbus Crohn. Die Wand stellt sich jedoch auch hier als Folge der entzündlichen Veränderungen echoärmer dar (16). Die typischen sonographisch diagnostizierbaren Komplikationen des Morbus Crohn fehlen bei der Colitis ulcerosa. Der Stellenwert der Sonographie ist hier im wesentlichen nur in der Festlegung der longitudinalen Ausdehnung der Entzündung zu sehen.

## KLINISCHER STELLENWERT

Bei der Differentialdiagnose chronisch-entzündlicher Darmerkrankungen sind insbesondere infektiöse und ischämische Darmerkrankun-



Abb. 15: Morbus Crohn. Prästenotische Dilatation der vorgeschalteten Darmschlinge bei filiformer Stenose. Das dilatierte, flüssigkeitsgefüllte Lumen stellt sich echoarm dar, während der Untersuchung Nachweis einer Hyperperistaltik.



Abb. 16: Morbus Crohn, Fistel und Abszeß. Vom entzündlich infiltrierten terminalen Ileum ausgehend, Nachweis von zwei Fisteln (F), die in einem kleinen Abszeß (A) münden



Abb. 17: Morbus Crohn, Abszeß. Kleiner, echoarmer Abszeß (A) bei Morbus Crohn. In der Umgebung des Abszesses ist eine deutlich vermehrte Vaskularisation als Ausdruck der floriden Entzündung erkennbar.

gen von klinischer Bedeutung (1, 4, 6–9, 33, 34, 53, 54) (Tab. 5). Crohn-ähnliche Befunde finden sich vor allem bei der Yersiniose, der Zytomegalieinfektion, der pseudomembranösen Kolitis und der Darmtuberkulose.

Infektiöse Darmerkrankungen, wie z. B. die Salmonellose, die Shigellose oder eine Infektion mit *Campylobacter jejuni*, verursachen partiell unterschiedliche sonographische Veränderungen und können aufgrund dessen vom Morbus Crohn unterschieden werden. In der Regel handelt es sich bei den infektiösen Darmerkrankungen um akute, sich selbstlimitierende Kolitiden, die nicht einer ausgiebigen endoskopischen und weitergehenden morphologischen Diagnostik bedürfen.

Die Appendizitis und die Divertikulitis können aufgrund einer anderen Sonomorphologie differenziert werden (1). Insbesondere bei der diagnostischen Abklärung von Patienten mit rechts- oder linksseitigem Unterbauchschmerz hat die Sonographie gerade bei dieser klinisch häufigen Fragestellung einen großen Stellenwert. Wesentlich für die richtige Interpretation und klinische Einordnung der sonographischen Befunde sind zusätzlich die Anamnese und der klinische Untersuchungsbefund.

Als nichtinvasivem Verfahren kommt der Sonographie eine große Bedeutung bei der Diagnostik von Patienten mit akuter Symptomatik zu (Tab. 6). In dieser klinischen Situation können sonographisch mit großer Sensitivität Veränderungen der Darmwand nachgewiesen werden. Dadurch ist schon aufgrund des sonographischen Befundes in vielen Fällen die Verdachtsdiagnose »chronisch-entzündliche Darmerkrankung« zu stellen. Für die endgültige Sicherung der Diagnostik sind jedoch weiterhin die Koloskopie und Biopsie erforderlich. Die Sonographie ist aber insbesondere im Hinblick auf die Verlaufskontrolle und die Erkennung von Komplikationen der Erkrankungen bedeutungsvoll, da sie die transmuralen

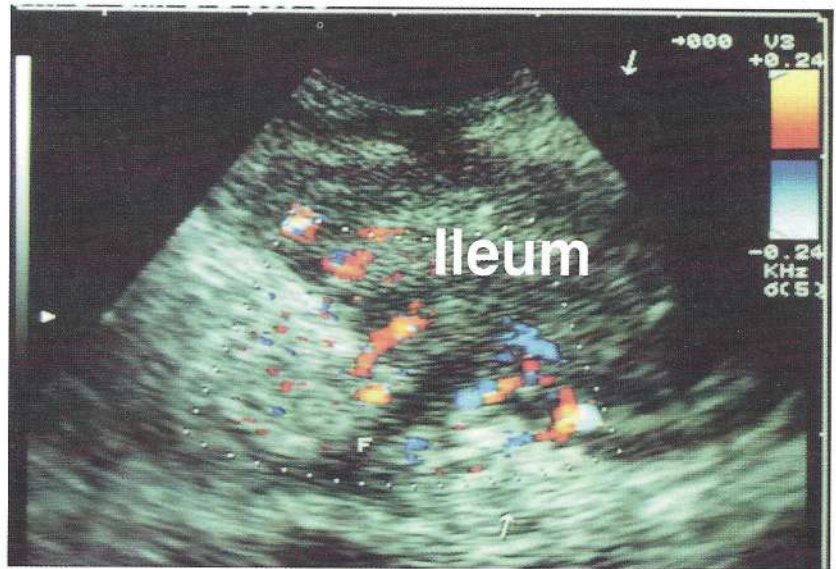


Abb. 18: Morbus Crohn, endorektale Sonographie. Vom entzündlich infiltrierten terminalen Ileum ausgehend, ist eine Fistel (F) nachweisbar. Die vermehrte Vaskularisation spricht für eine floride Entzündung.

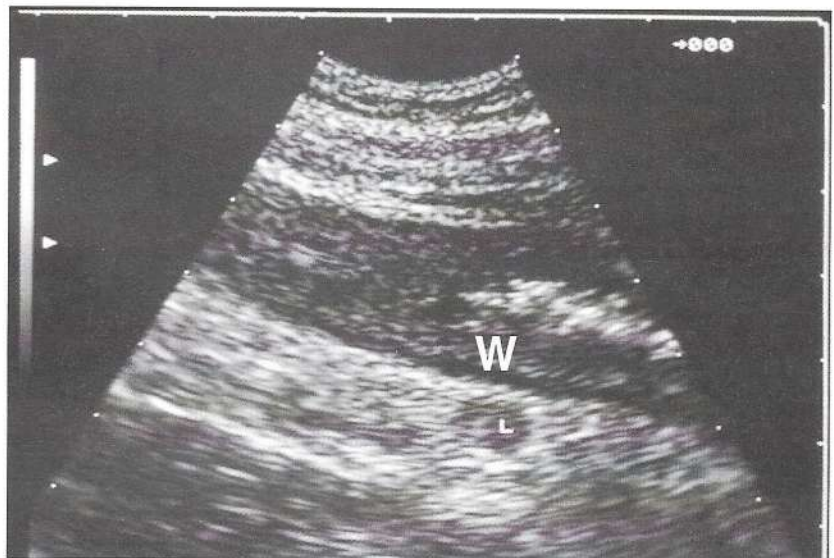


Abb. 19: Colitis ulcerosa. Die Darmwand (W) ist nur gering verdickt und echoarm, in direkter Nachbarschaft zur Darmwand Nachweis eines vergrößerten regionären Lymphknotens (L)

und extramuralen Veränderungen erfasst. Invasive Untersuchungsverfahren, wie z. B. die Endoskopie, oder mit einer Strahlenbelastung verbundene Verfahren können in der Diagnostik und Verlaufsbeobachtung chronisch-entzündlicher Darmerkrankungen nicht uneingeschränkt eingesetzt werden. Insbesondere bei Kindern und jugendlichen Patienten sind deshalb die diagnostischen Möglichkeiten eingeschränkt. Die radiologischen Untersuchungsverfahren scheidet wegen der Strahlenbelastung aus, die endoskopischen Untersuchungen werden häufig nicht gut toleriert. Als nichtinvasivem Verfahren kommt deshalb der Sonographie in der Diagnostik und Verlaufskontrolle chro-

nisch-entzündlicher Darmerkrankungen eine große klinische Bedeutung zu.

LITERATUR

- 1 Limberg B. Sonographie des Gastrointestinaltrakts. 1. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York, Springer Verlag, 1998
- 2 Kohler K, Huck L, Hausamen TU. Zur klinischen Relevanz des »Kokardenphänomens« in der abdominalen Ultraschalldiagnostik. *Z Gastroenterol* 1983; 21: 61-8
- 3 Kimmey MB, Martin RW, Haggitt RC et al. Histologic correlates of gastrointestinal ultrasound images. *Gastroenterology* 1989; 96: 433-41
- 4 Puylaert JB, Lalisang RI, van der Werf SD, Doornbos L. Campylobacter ileocolitis mimicking acute appendicitis: Differentiation with graded-compression US. *Radiology* 1988; 166: 737-40
- 5 Worlicek H, Lutz H, Heyder N, Matek W. Ultrasound findings in Crohn's disease and ulcerative colitis: A prospective study. *J Clin Ultrasound* 1987; 15: 153-63
- 6 Carroll K. Crohn's disease: New imaging techniques. In: Baillieres Clin Gastroenterol 1998; 12: 35-72
- 7 Truong M, Atri M, Bret PM et al. Sonographic appearance of benign and malignant conditions of the colon. *Am J Roentgenol* 1998; 170: 1451-5
- 8 Bozkurt T, Lux G. Transabdominal ultrasonography in inflammatory and tumorous intestinal diseases. *Dtsch Med Wochenschr* 1998; 123: 128-34
- 9 Dietrich CF, Brunner V, Lembcke B. Intestinale Sonographie bei seltenen Dünn- und Dickdarmerkrankungen. *Z Gastroenterol* 1998; 36: 955-70
- 10 Yeh HC, Rabinowitz JC. Granulomatous enterocolitis: Findings by ultrasonography and computed tomography. *Radiology* 1983; 149: 253-9
- 11 Limberg B. Diagnose von Dickdarmtumoren und chronisch entzündlichen Dickdarmerkrankungen durch Hydrokolonsonographie. *Radiologe* 1993; 33: 407-11
- 12 Limberg B. Diagnosis of inflammatory and neoplastic colonic disease by sonography. *J Clin Gastroenterol* 1987; 9: 607-11
- 13 Von Herbay A, Otto HF. Differentialdiagnostik chronisch-entzündlicher Darmerkrankungen. Möglichkeiten und Grenzen der Morphologie. *Chirurg* 1992; 63: 1-7
- 14 Limberg B. Diagnosis of acute ulcerative colitis and colonic Crohn's disease by colonic sonography. *J Clin Ultrasound* 1989; 17: 25-31
- 15 Limberg B. Diagnosis of inflammatory and neoplastic large bowel diseases by conventional abdominal and colonic sonography. *Ultrasound Quarterly* 1989; 6: 151-66
- 16 Limberg B, Osswald B. Diagnosis and differential diagnosis of ulcerative colitis and Crohn's disease by hydrocolonic sonography. *Am J Gastroenterol* 1994; 89: 1051-7
- 17 Schwerk WB, Beckh KH, Raith M. A prospective evaluation of high resolution sonography in the diagnosis of inflammatory bowel disease. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 1992; 4: 173-82
- 18 Faure C, Belarbi N, Mougneot JF et al. Ultrasonographic assessment of inflammatory bowel disease in children: Comparison with ileocolonoscopy. *J Pediatr* 1997; 130: 147-51
- 19 Sheridan MB, Nicholson DA, Martin DF. Transabdominal ultrasonography as the primary investigation in patients with suspected Crohn's disease or recurrence: A prospective study. *Clin Radiol* 1993; 48: 402-4
- 20 Hata J, Haruma K, Suenaga K et al. Ultrasonographic assessment of inflammatory bowel disease. *Am J Gastroenterol* 1992; 87: 443-7
- 21 Maconi G, Parente F, Bollani S et al. Abdominal ultrasound in the assessment of extent and activity of Crohn's disease: Clinical significance and implication of bowel wall thickening. *Am J Gastroenterol* 1996; 91: 1604-9
- 22 Di Candio G, Mosca F, Campatelli A et al. Sonographic detection of postsurgical recurrence of Crohn disease. *Am J Roentgenol* 1986; 146: 523-6
- 23 Andreoli A, Cerro P, Falasco G, Giglio LA, Prantero C. Role of ultrasonography in the diagnosis of postsurgical recurrence of Crohn's disease. *Am J Gastroenterol* 1998; 93: 1117-21
- 24 Van Oostayen JA, Wasser MN, Griffioen G et al. Diagnosis of Crohn's ileitis and monitoring of disease activity: Value of Doppler ultrasound of superior mesenteric artery flow. *Am J Gastroenterol* 1998; 93: 88-91
- 25 Giovagnorio F, Diacinti D, Vernia P. Doppler sonography of the superior mesenteric artery in Crohn's disease. *Am J Roentgenol* 1998; 170: 123-6
- 26 Erden A, Cumhuri T, Olcer T. Superior mesenteric artery Doppler waveform changes in response to inflammation of the ileocecal region. *Abdom Imaging* 1997; 22: 483-6
- 27 Van Oostayen JA, Wasser MN, van Hogezaand RA et al. Doppler sonography evaluation of superior mesenteric artery flow to assess Crohn's disease activity: Correlation with clinical evaluation, Crohn's disease activity index, and alpha 1-antitrypsin clearance in feces. *Am J Roentgenol* 1997; 168: 429-33
- 28 Bolondi L, Gaiani S, Brignola C et al. Changes in splanchnic hemodynamics in inflammatory bowel disease. Noninvasive assessment by Doppler ultrasound flowmetry. *Scand J Gastroenterol* 1992; 27: 501-7
- 29 Maconi G, Parente F, Bollani S et al. Factors affecting splanchnic haemodynamics in Crohn's disease: A prospective controlled study using Doppler ultrasound. *Gut* 1998; 43: 645-50
- 30 Van Oostayen JA, Wasser MN, Griffioen G et al. Diagnosis of Crohn's ileitis and monitoring of disease activity: Value of Doppler ultrasound of superior

- mesenteric artery flow. *Am J Gastroenterol* 1998; 93: 88-91
- 31 Maconi G, Imbesi V, Bianchi Porro G. Doppler ultrasound measurement of intestinal blood flow in inflammatory bowel disease. *Scand J Gastroenterol* 1996; 31: 590-3
- 32 Britton I, Maguire C, Adams C, Russell RI, Leen E. Assessment of the role and reliability of sonographic post-prandial flow response in grading Crohn's disease activity. *Clin Radiol* 1998; 53: 599-603
- 33 Quillin SP, Siegel MJ. Gastrointestinal inflammation in children: Color Doppler ultrasonography. *J Ultrasound Med* 1994; 13: 751-6
- 34 Quillin SP, Siegel MJ. Color Doppler US of children with acute lower abdominal pain. *Radiographics* 1993; 13: 1281-93
- 35 Best WR, Bechtel JM, Singleton JW, Kern F Jr. Development of a Crohn's disease activity index. National Cooperative Crohn's Disease study. *Gastroenterology* 1976; 70: 439-44
- 36 Maconi G, Bollani S, Bianchi Porro G. Ultrasonographic detection of intestinal complications in Crohn's disease. *Dig Dis Sci* 1996; 41: 1643-8
- 37 Seitz K, Reuss J. Sonographic detection of fistulas in Crohn disease. *Ultraschall Med* 1986; 7: 281-3
- 38 Sahai A, Belair M, Gianfelice D et al. Percutaneous drainage of intra-abdominal abscesses in Crohn's disease: Short- and long-term outcome. *Am J Gastroenterol* 1997; 92: 275-8
- 39 Jawhari A, Kamm MA, Ong C et al. Intra-abdominal and pelvic abscess in Crohn's disease: Results of noninvasive and surgical management. *Br J Surg* 1998; 85: 367-71
- 40 Goletti O, Lippolis PV, Chiarugi M et al. Percutaneous ultrasound-guided drainage of intra-abdominal abscesses. *Br J Surg* 1993; 80: 336-9
- 41 Schafer A, Enck P, Furst G et al. Anatomy of the anal sphincters. Comparison of anal endosonography to magnetic resonance imaging. *Dis Colon Rectum* 1994; 37: 777-81
- 42 Laniado M, Makowiec F, Dammann F et al. Perianal complications of Crohn disease: MR imaging findings. *Eur Radiol* 1997; 7: 1035-42
- 43 Lunniss PJ, Barker PG, Sultan AH et al. Magnetic resonance imaging of fistula-in-ano. *Dis Colon Rectum* 1994; 37: 708-18
- 44 Choen S, Burnett S, Bartram CI, Nicholls RJ. Comparison between anal endosonography and digital examination in the evaluation of anal fistulae. *Br J Surg* 1991; (suppl.) 78: 445-7
- 45 Tio TL, Kallimanis GE. Endoscopic ultrasonography of perianorectal fistulas and abscesses. *Endoscopy* 1994; 26: 813-5
- 46 Schratte-Sehn AU, Lochs H, Vogelsang H et al. Endoscopic ultrasonography versus computed tomography in the differential diagnosis of perianorectal complications in Crohn's disease. *Endoscopy* 1993; 25: 582-6
- 47 Adams LS, Peltekian KM, Mitchell MJ. Detection of Crohn's ileitis by endovaginal ultrasonography. *Abdom Imaging* 1994; 19: 400-2
- 48 Poen AC, Felt-Bersma RJ, Eijsbouts QA, Cuesta MA, Meuwissen SG. Hydrogen peroxide-enhanced transanal ultrasound in the assessment of fistula-in-ano. *Dis Colon Rectum* 1998; 41: 1147-52
- 49 Van Outryve MJ, Pelekman PA, Michielien PP, van Maercke YM. Value of transrectal ultrasonography in Crohn's disease. *Gastroenterology* 1991; 101: 1171-7
- 50 Wijers OB, Tio TL, Tytgat GN. Ultrasonography and endosonography in the diagnosis and management of inflammatory bowel disease. *Endoscopy* 1992; 24: 559-64
- 51 Schratte-Sehn AU, Lochs H, Handel-Zeller L, Tscholakoff D, Schratte M. Endosonographic features of the lower pelvic region in Crohn's disease. *Am J Gastroenterol* 1993; 88: 1054-7
- 52 Deen KI, Williams JG, Hutchinson R, Keighley MR, Kumar D. Fistulas in ano: Endoanal ultrasonographic assessment assists decision making for surgery. *Gut* 1994; 35: 391-4
- 53 Ripolles T, Martinez-Perez MJ, Morote V, Solaz J. Diseases that simulate acute appendicitis on ultrasound. *Br J Radiol* 1998; 71: 94-8
- 54 Puylaert JB, van der Werf SD, Ulrich C, Veldhuizen RW. Crohn disease of the ileocecal region. US visualization of the appendix. *Radiology* 1988; 166: 741-3