Bildgebung gastrointestinaler Entzündungen

Charakteristische Muster und Zeichen

Technische Entwicklungen der bildgebenden Diagnostik haben die alltägliche Praxis der gastrointestinalen Radiologie im Hinblick auf entzündliche Darmerkrankungen entscheidend verändert. Durch die enormen Fortschritte der Computertomographie (CT) und der Magnetresonanztomographie (MRT) wurden konventionelle bildgebende Methoden wie die Barium-Doppelkontrast-Enterographie nach Herlinger und Sellink oder der Kolonkontrasteinlauf fast vollständig von CT- und MRT-Untersuchungen abgelöst.

Die Bedeutung der Radiologie hat durch verbesserte Detektions- und Charakterisierungsmöglichkeiten stark zugenommen. So sehen aktuelle Leitlinien zur radiologischen Dünn- und Dickdarmdiagnostik Schnittbildverfahren als Methode der Wahl für Diagnose, Staging und Follow-up vor [1–3]. Die Bedeutung der konventionellen Verfahren reduziert sich zunehmend auf dynamische bzw. funktionelle Untersuchungen und postoperative Kontrollen. Deshalb werden sie in diesem Artikel nicht behandelt.

Obwohl die radiologische Beurteilung der Darmwand eine Herausforderung darstellen kann, ermöglicht eine systematische Bildanalyse mit Erkennung bestimmter Zeichen und Muster eine Eingrenzung möglicher Differenzialdiagnosen. Einschränkend ist allerdings zu erwähnen, dass die geschilderten Zeichen oftmals nicht sehr spezifisch sind und für mehrere Krankheitsursachen in Frage kommen. Zusätzlich vorliegende morphologische perienterale Befun-

de sowie extraintestinale abdominelle Pathologien können für eine weitere spezifische Diagnosestellung hilfreich sein. Voraussetzung für die korrekte Interpretation der radiologischen Zeichen ist die Kenntnis der klinisch relevanten Information, die bei der Bewertung radiologischer Auffälligkeiten mitberücksichtigt werden muss.

Ziel dieses Artikels ist die Auflistung und Beschreibung von Zeichen und Mustern, die bei Entzündungen im Bereich des Gastrointestinaltrakts auftreten können, um durch eine systematische Analyse dieser radiologischen Veränderungen eine Charakterisierung und Zuordnung zu krankhaften Ursachen zu ermöglichen.

Normale Anatomie

Die Wand des Gastrointestinaltrakts besteht aus 5 Schichten: Mukosa, Submukosa, Muscularis propria, Subserosa und Serosa. Die Mukosa ist die am stärksten vaskularisierte Darmschicht. In der Schnittbildgebung kann sie als isolierte Linie erkennbar sein. Im Gegensatz dazu ist die darunterliegende Submukosa deutlich geringer durchblutet und daher bei Gesunden meistens nicht als isolierte Schicht erkennbar. Die einzelnen histologischen Wandschichten sind bei gesunden Patienten mittels radiologischer Schnittbildtechniken nicht differenzierbar.

Bei guter Distension beträgt die Dicke der Dick- und Dünndarmwand nicht mehr als 1–2 mm. In kollabiertem Zustand kann die Wanddicke des Dünndarms bis zu 3 mm und die des Dickdarms bis zu 5 mm betragen. Die Dick-

darmwand kann darüber hinaus bei spastischen Kontraktionen bis zu 8 mm im Querschnitt messen [4–7]. Die normale Darmwand ist im Querschnitt symmetrisch breit (Abb. 1).

Zur Identifikation pathologischer Veränderungen der Wandbreite eines Darmsegments kann ein Vergleich mit anderen Darmsegmenten von ähnlichem Distensionsgrad hilfreich sein.

Murale Zeichen

Entzündliche Veränderungen im Gastrointestinaltrakt manifestieren sich allgemein mit einer Wandverbreiterung und einer Veränderung des muralen Kontrastmittel(KM)-Enhancement-Musters. Darmwandverbreiterungen können einerseits eine homogene CT-Dichte auf-

Abb. 1 ▲ Gegenüberstellung von normaler und verbreiterter Darmwand. Das axiale kontrastmittelverstärkte CT zeigt eine zirkuläre Wandverdickung eines Dünndarmsegments mit einem Schichtungsphänomen durch ein Ödem der Submukosa (Pfeil) bei einem Patienten mit infektiöser Gastroenteritis. Zum Vergleich: nicht verdickte Dünndarmschlingen mit fehlender Differenzierbarkeit der Darmwandschichten (*)

Tab. 1 Übersicht der verschiedenen Schichtungsphänomene der Darmwand. (Mod. nach [10])

Weißer Darmwand	Grauer Darmwand	Wasser-Halo-Zeichen	Fett-Halo-Zeichen	Schwarze Darmwand

Akute CED	Chronische CED	Infektion	Chronische CED	Ischämie
Schockdarm	Ischämie	Akute CED	Adipositas	Infektion
Reperfusion post Ischämie	Neoplasie	Ischämie/Vaskulitis	Chemotherapie	Trauma
Wandblutung	Nativ-Scan	Portale Hypertension	Zöliakie	Benigne/idiopathisch
	Chronische Strahlenenteritis	Andere nicht-infektiöse Ursachen (GvHD, toxisch-medikamentös, akute Strahlenenteritis)	Postradiogen (Rektum)	

CED chronisch-entzündliche Darmerkrankung, GvHD Graft-versus-Host-Reaktion

weisen, andererseits können einzelne Wandschichten sichtbar werden. Dieses Phänomen wird Stratifizierung bzw. Schichtung genannt. Es sollte bei einem unauffälligen Darmsegment nicht erkennbar sein.

Grundsätzlich ist die Darmwandverbreiterung ein unspezifischer Befund, der neben entzündlichen Erkrankungen auch durch zahlreiche weitere Krankheitsbilder, wie beispielsweise vaskuläre, neoplastische oder metabolische Erkrankungen, hervorgerufen werden oder Folge einer ärztlichen Therapie sein kann.

Bei genauer Betrachtung lassen sich jedoch verschiedene Muster der Darmwandverbreiterung erkennen. Sie unterscheiden sich einerseits durch ihre CT-Dichtewerte und andererseits durch die Kontrastmittelaufnahme der einzelnen Wandschichten des Hohlorgans. Die Applikation von intravenösem Kontrastmittel (IV KM) ist daher für die spezifische Beurteilung von Darmwandverbreiterungen notwendig. In Kombination mit der geographischen Verteilung im Gastrointestinaltrakt, begleitenden morphologischen Befunden der Darmwand bzw. perifokalen Veränderungen und begleitenden extraintestinalen Befunden ist eine weitere differenzialdiagnostische Eingrenzung der in Frage kommenden Erkrankungen möglich. Das Ausmaß der Wandverbreiterung ist ein weiterer differenzialdiagnostisch wichtiger Faktor.

Anhand dieser Kriterien werden in der Computertomographie 5 grundsätzliche Muster unterschieden (■ Tab. 1; [6, 8–11]).

Typ 1: Weiße Darmwand

Das Bild der hyperdensen *weißen Darmwand* ergibt sich aus einer stark ausgeprägten muralen IV-KM-Aufnahme, die sich über substantielle Teile des verbreiterten Wandquerschnitts erstreckt. Die Darmwand weist eine höhere oder zumindest vergleichbare Dichte wie angrenzende venöse Gefäße auf [8, 9]. Dieses Zeichen kann nur mittels IV-KM-Applikation beurteilt werden (■ Abb. 2).

Ursache dieses Musters kann einerseits eine Vasodilatation sein, wie sie beispielsweise bei akuten Verläufen von chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen (CED) auftreten kann. Begleitend kann in diesen Fällen eine Dilatation der mesenterialen Gefäße sichtbar sein. Andererseits kann diesem Bild auch eine reversible ischämische Schädigung der intramuralen Gefäße mit konsekutiver Hyperpermeabilität zugrunde liegen. Es ist dies ein Bild, das beispielsweise im Zuge eines hypovolämischen Schocks zu sehen ist und auch als *Schockdarm* bezeichnet wird. Begleitend kann eine Hypervaskularisation der Nebennieren (Schocknebenieren) vorliegen. Überdies kann eine hyperdense Verbreiterung der Darmwand auch durch intramurale Hämatome bedingt sein, beispielsweise nach Traumen oder bei Patienten unter

Antikoagulation. Dabei zeigen die betroffenen Segmente bereits in der nativen CT-Untersuchung eine homogene Erhöhung der Dichtewerte der Darmwand.

Typ 2: Graue Darmwand

Der Begriff *graue Darmwand* beschreibt einen eher homogen verbreiterten Wandquerschnitt, ohne dass eine Schichtung der Wand nachweisbar ist. Die verbreiterte Darmwand weist nach IV-KM-Applikation eine vergleichsweise geringgradige bis reduzierte KM-Aufnahme mit Dichtewerten auf, die mit denen von Muskelgewebe vergleichbar sind (■ Abb. 3; [8, 9]). Auch dieses Zeichen kann nur nach IV-KM-Applikation evaluiert werden. Die *graue Darmwandverbreiterung* ist vergleichsweise unspezifisch. Ursächlich können neben Entzündungen auch ischämische oder neoplastische Prozesse sein. Chronische Verläufe von M. Crohn weisen aufgrund der transmuralen Fibrose eine tendenziell geringere, eher homogene KM-Aufnahme auf. Bei ischämischen Prozessen ist die Minderperfusion der Darmwand für die verminderte KM-Aufnahme verantwortlich. Mit zunehmendem Ausmaß der Wandverbreiterung sollten bei einer *grauen Darmwand* auch neoplastische Ursachen wie Adenokarzinome oder Lymphome in Betracht gezogen werden, besonders wenn es sich um fokale bzw. kurzstreckige Wandverbreiterungen (s. unten) handelt und weitere tumorsuspekte Befundkriterien,

wie Schulterbildung und Lymphknoten, vorliegen [8, 9].

Typ 3: Wasser-Halo-Zeichen

Beim *Wasser-Halo-Zeichen* kommt es zu einer Verbreiterung der Darmwand, bei der einzelne Wandschichten sichtbar werden (■ **Abb. 1 und 4**). Ursächlich für diese Schichtung, auch Stratifizierung genannt, ist eine verstärkte KM-Aufnahme der Mukosa, die sich konsekutiv hyperdens darstellt. Ist durch eine zusätzliche pathologische KM-Aufnahme der Lamina muscularis propria/Serosa eine Dreischichtung erkennbar, spricht man aufgrund der Ähnlichkeit zu einer Schießscheibe mit mehreren konzentrischen Ringen im Querschnittsbild auch von einem *Target-Zeichen* [4]. Die dazwischenliegende Submukosa ist ödematös verbreitert und vergleichsweise hypodens [8]. Am besten lassen sich diese Schichtungszeichen in einer spätarteriellen bis frühen portalvenösen KM-Phase darstellen [12]. In der MRT stellt sich das submuköse Ödem in der T2-gewichteten fettunterdrückten Sequenz signalreich dar. Der Differenzierung zwischen Zwei- bzw. Dreischichtung wird nach derzeitigem Wissensstand keine klinische Bedeutung zugeschrieben [4, 8, 13].

Das Wasser-Halo-Zeichen findet sich überwiegend bei akuten Krankheiten und spricht gegen Malignität [14, 15]. Es findet sich sowohl bei infektiösen Gastroenterokolitiden, wie beispielsweise bei der pseudomembranösen Kolitis (PMC) oder einer Infektion mit dem Zytomegalievirus (CMV), aber auch bei akuten Verläufen von Colitis ulcerosa und M. Crohn. Des Weiteren findet man dieses Bild auch bei nichtinfektiösen Enterokolitiden, wie beispielsweise ischämisch im Rahmen einer Vaskulitis, bei der akuten Strahlenenterokolitis oder auch der akuten Graft-versus-Host-Reaktion („graft-versus-host disease“, GvHD). Neben entzündlichen Ursachen kann auch eine portale Hypertension zu einem hydrostatisch bedingten Target bzw. Halo-Phänomen des rechtsseitigen Kolons führen.

Das topographische Verteilungsmuster, intestinale und extraintestinale Be-

gleitbefunde sind für die Diagnosefindung hilfreich.

Typ 4: Fett-Target-Zeichen

Beim *Fett-Target-Zeichen* kommt es ebenfalls zu einer Wandschichtung, die jedoch durch eine Einlagerung von Fettgewebe in die Submukosa der Darmwand bedingt ist. Auch hier kommt es zu einem Querschnittsbild, das aus 3 konzentrischen Ringen besteht (■ **Abb. 5**). Der mittlere Ring weist fettäquivalente Dichtewerte von bis zu -10 HU (Hounsfield units) auf und entspricht der Submukosa [8].

Submuköse Fettgewebseinlagerungen findet man sowohl bei Colitis ulcerosa als auch M. Crohn. Sie weisen auf eine chronische, länger bestehende Erkrankung hin. Selten können sie auch im Rahmen einer Zöliakie auftreten.

Darüber hinaus kommt es nach Chemotherapie und auch nach Strahlentherapie zu submukösen Fettgewebseinlagerungen in die Darmwand. Submuköse

Fettgewebseinlagerungen werden auch bei Individuen ohne bestehende oder stattgehabte Erkrankungen des Gastrointestinaltrakts beobachtet [10]. Meist handelt es sich dabei um adipöse Patienten, bei denen häufig das Colon transversum und descendens betroffen ist. In diesen Fällen ist das Ausmaß der Wandverbreiterung geringer ausgeprägt als beispielsweise bei Patienten mit CED.

Typ 5: Schwarze Darmwand – Pneumatosis intestinalis

Der Begriff *schwarze Darmwand* entspricht der sog. Pneumatosis intestinalis. Dabei kommt es zu intramuralen Gasansammlungen, die entweder zystisch rundlich sind oder einen linearen Aspekt aufweisen [8, 9, 16]. Sie haben gasäquivalente CT-Dichtewerte (■ **Abb. 6**). Im Gegensatz zu intraluminalen Gasansammlungen, die sich typischerweise an den oberen Abschnitten des Darmlumens ansammeln, sind intramurale Gasansammlungen innerhalb der Darmwand

Hier steht eine Anzeige.

Springer

gefangen und können im Darmlumen nicht nach oben aufsteigen. Sie finden sich somit entlang der gesamten Zirkumferenz der Darmwand, also auch in den unteren Abschnitten. Das ist ein wesentliches differenzialdiagnostisches Kriterium.

Bei der intestinalen Pneumatose handelt es sich grundsätzlich um ein radiologisches Alarmzeichen, das auf eine Ischämie der Darmwand, beispielsweise infolge von hypovolämischen Zustandsbildern, vaskulärer Insuffizienz, Gefäßverschlüssen sowie von Infektionen, hinweist. Weitere Zeichen einer Darmwandischämie können Gasansammlungen in den Mesenterialvenen und im Portalvenensystem sein.

Die intestinale Pneumatose wird allerdings auch bei einer Reihe benigner Konditionen beobachtet, wobei auch hier von einer Beeinträchtigung der mukosalen Barrierefunktion, beispielsweise durch Mikrotraumen der Mukosa durch Distension im Zuge von diagnostischen Verfahren oder chirurgischen Therapien, auszugehen ist [17]. Inzidentielle Pneumatosen findet man auch im Rahmen von Kollagenosen, chronisch-obstruktiver Lungenerkrankung (COPD) und CED oder als sog. idiopathische Form. Sie sind in der Regel asymptomatisch und selbstlimitierend [18].

Ausmaß der Wandverdickung

Ein weiteres differenzialdiagnostisches Kriterium ist die Querschnittsdicke der verbreiterten Darmwand. Diese kann bei verschiedenen Erkrankungen unterschiedliche Ausmaße annehmen. Die isolierte Wertung einer Verdickung der Darmwand ist jedoch nur begrenzt hilfreich, da das Ausmaß der Verdickung zwar auf bestimmte Ursachen schließen lässt, aufgrund der breiten Überlappung der Differenzialdiagnosen jedoch die Beurteilung weiterer Zeichen und Muster für die Interpretation notwendig sind.

Entzündliche Erkrankungen führen im Gegensatz zu Neoplasien meist zu einer milden (3–4 mm in distendiertem Zustand) bis moderaten (5–9 mm) Wandverbreiterung. M. Crohn führt aufgrund der transmuralen Entzündung zu einer meist stärkeren Wandverdi-

Radiologe 2018 · 58:281–291 <https://doi.org/10.1007/s00117-018-0376-6>
© Der/die Autor(en) 2018.

T. Mang · M. Scharitzer

Bildgebung gastrointestinaler Entzündungen. Charakteristische Muster und Zeichen

Zusammenfassung

Klinisches Problem. Pathologische Veränderungen der Wand des Gastrointestinaltrakts können durch eine Vielzahl entzündlicher, infektiöser, neoplastischer oder ischämischer Ursachen bedingt sein.

Radiologische Standardverfahren. Moderne Schnittbildverfahren haben konventionelle Durchleuchtungsuntersuchungen wie die Doppelkontrast-Enterographie oder den Kolonkontrasteinlauf weitgehend abgelöst und durch die Möglichkeit einer raschen, genauen und minimal-invasiven Diagnostik wachsende Bedeutung in der Diagnostik entzündlicher Darmerkrankungen erlangt. Die Distension des Lumens mit neutralem, oral verabreichtem Kontrastmittel (KM) verbessert die Beurteilbarkeit der gesamten Darmwand. Darüber hinaus ist auch die Beurteilung extraintestinaler Strukturen und Organe möglich.

Methodische Innovationen und Bewertung. Durch zunehmende technische Fortschritte können die Darmwandveränderungen in

der Computertomographie (CT) und der Magnetresonanztomographie (MRT) genauer charakterisiert werden. Ein strukturierter Zugang mit Analyse der radiologischen Zeichen und Muster sowie der Assoziation mit extraintestinalen Auffälligkeiten hilft bei der genaueren Zuordnung zu spezifischen Krankheitsgruppen.

Empfehlung für die Praxis. In diesem Artikel werden die häufigsten Zeichen und Muster angeführt, die bei entzündlichen Veränderungen des Gastrointestinaltrakts gefunden werden. Praktische Tipps für die systematische Befundanalyse sowie häufige Fehlermöglichkeiten sollen bei der korrekten Interpretation und Eingrenzung der Differenzialdiagnosen helfen.

Schlüsselwörter

Entzündliche Darmerkrankungen · Darmwandverbreiterung · Colitis ulcerosa · Morbus Crohn · Enteritis

Imaging of gastrointestinal inflammation. Characteristic patterns and signs

Abstract

Clinical problem. Pathological conditions of the gastrointestinal tract can result from various disorders, including inflammatory, infectious, neoplastic, and ischemic diseases.

Radiological standard procedures. Cross-sectional imaging techniques have largely replaced many of the conventional fluoroscopic examinations, such as small bowel follow-through and double-contrast barium enema. The former allow for time-efficient, accurate, and minimally invasive diagnostics. Therefore, they have become important diagnostic tools for the evaluation of inflammatory diseases of the gastrointestinal tract. The distension of the intestinal lumen with orally administered neutral contrast media improves not only the evaluation of the intraluminal aspect, but also of the cross-sectional appearance. Furthermore, with cross-sectional imaging techniques, the additional assessment of the extraintestinal structures and organs is also possible.

Methodical innovations and assessment. With the ongoing development of scanner

and software technology, pathologic conditions of the gastrointestinal wall can be characterized in more detail by both computed tomography and magnetic resonance imaging. A structured approach, based on the analysis of typical radiological signs and patterns, combined with the evaluation of extraintestinal findings may help to assign the observed imaging findings to specific disease groups.

Recommendations. This article summarizes common signs and typical patterns frequently seen in inflammatory conditions of the gastrointestinal tract. A systematic approach for structured analysis of specific and nonspecific imaging features and common pitfalls may aid in the interpretation and help to narrow the spectrum of potential differential diagnoses.

Keywords

Inflammatory bowel diseases · Intestinal wall thickening · Ulcerative colitis · Crohn diseases · Enteritis

Abb. 2 ▲ Weiße Darmwand bei akutem M. Crohn. Das axiale Kontrastmittel(KM)-verstärkte CT zeigt eine ausgeprägte murale KM-Aufnahme des Dünndarms, die sich diffus über nahezu den gesamten verbreiterten Wandquerschnitt (Pfeile) erstreckt

Abb. 3 ▲ Graue Darmwand. **a** Axiales Kontrastmittel(KM)-verstärktes CT eines Patienten mit Ischämie der Dickdarmwand: Minderperfusion der Darmwand mit verminderter KM-Aufnahme (Pfeilspitzen). Zum Vergleich: perfundierte Wandabschnitte (*). **b** Axiales KM-verstärktes CT eines anderen Patienten mit Adenokarzinom des Colon transversum: zirkuläre Wandverbreiterung ohne Schichtung mit homogener weichteildichter Struktur und nur mäßiggradiger KM-Aufnahme (Pfeil)

Abb. 4 ▲ Wasser-Halo-Zeichen. **a** Das axiale Kontrastmittel(KM)-verstärkte CT eines Patienten mit akuter Graft-versus-Host-Reaktion (GvHD) zeigt eine Wandverbreiterung mit Hyperenhancement der Mukosa, submukösem Ödem und Enhancement der Muscularis propria/Serosa. **b** T2-gewichtete MR-T-Sequenz mit Fettsättigung bei einem Patienten mit akut entzündlicher Phase eines M. Crohn: Wandverbreiterung des Sigmas mit einem hyperintensiven Signal der Submukosa (Pfeile) und einem perikolischen Ödem (Pfeilspitze)

ckung als Colitis ulcerosa mit einer im Gegensatz dazu auf die Mukosa limitierten entzündlichen Veränderung. Eine besonders starke entzündlich oder infektiös bedingte Verdickung des Kolons (>9 mm) ist neben tumorösen Prozessen auch bei infektiös-bakteriellen oder viralen Prozessen sowie bei einer pseudomembranösen Kolitis zu finden [16].

Länge des betroffenen Segments

Neben dem Schichtungsmuster und dem Ausmaß der Darmwandverbreiterung ist auch die Länge des betroffenen Darmseg-

ments für die weitere Diagnosefindung hilfreich. Ein mehrfach beschriebener Algorithmus für die differenzialdiagnostische Klassifizierung der Darmwandverdickung besteht in der Einteilung in fokale (≤ 5 cm), segmentale (5–40 cm) und diffuse (>40 cm) Veränderungen [9, 16].

Fokale bzw. kurzstreckige Wandverbreiterungen (≤ 5 cm) sind v. a. suspekt auf tumoröse Veränderungen (Abb. 7; [19]). Fokale Entzündungen sind bei Inflammation einzelner Divertikel (fokale Divertikulitis), bei Appendizitis und selten bei granulomatösen Erkrankungen

wie M. Crohn oder Tuberkulose zu finden. Weitere Differenzialdiagnosen sind Perforationen oder Endometrioseherde.

Segmentale Wandverdickungen zwischen 5 und 40 cm sind typisch für eine Divertikulitis, infektiöse Enteritis oder Veränderungen im Rahmen eines von M. Crohn. Sie sind von intramuralen Blutungen, einem Lymphom sowie von ischämischen oder sekundären Veränderungen nach einer Radiotherapie abzugrenzen [19, 20].

Ist das betroffene Darmsegment länger als 40 cm, kann von einer benignen Ursache ausgegangen werden, wie einer infektiösen Enteritis, einer Colitis ulcerosa, einer Hypoalbuminämie, einer subakuten Ischämie, einem Angioödem oder einer GvHD.

Symmetrie/Asymmetrie der Wandverdickung

Bei einer gleichmäßigen Verdickung des gesamten zirkulären Wandquerschnitts ist neben entzündlichen Ursachen an ein Ödem oder eine Blutung der Darmwand sowie an eine Ischämie zu denken. Im Gegensatz dazu ist eine exzentrische Verbreiterung meist bei malignen Erkrankungen zu finden; Ausnahmen bilden M. Crohn, der oft zu einer mesenterial betonten entzündlichen Reaktion führt, oder ein szirrhöses Magenkarzinom sowie manche Lymphome, die im Gegen-

Abb. 5 ▲ Fett-Halo-Zeichen. **a** Axiales Kontrastmittel(KM)-verstärktes CT eines Patienten mit chronisch entzündlicher Darmerkrankung (CED): Wandverbreiterung des Zökums mit zirkulärer hypodenser Fetteinlagerung in der Submukosa (Pfeil). **b** MRT axial, T2-gewichtete Sequenz eines Patienten mit M. Crohn. Im entzündlich verdickten terminalen Ileum ist eine ringförmige Hyperintensität erkennbar (Pfeil). **c** MRT axial, fettsupprimierte T2-gewichtete Sequenz. Die Fettsuppression beweist die submukosale Fetteinlagerung als Zeichen der chronischen Entzündung (Pfeil)

Abb. 6 ▲ Pneumatosis intestinalis. Das axiale Kontrastmittel(KM)-verstärkte CT eines Patienten mit akuter intestinaler Ischämie zeigt teils lineare intramurale Gasansammlungen in zahlreichen Dünndarmschlingen (Pfeilspitzen). Begleitend lineare Gasmarkierung mesenterialer Venen (*)

Abb. 7 ▲ Länge des betroffenen Darmsegments. **a** Das Kontrastmittel(KM)-verstärkte axiale CT zeigt eine fokale Verdickung des Sigmas mit stufenförmiger Begrenzung zur normalen Darmwand bei einem Patienten mit Adenokarzinom (Pfeil). **b** Das KM-verstärkte axiale CT eines anderen Patienten zeigt eine längerstreckige Wandverdickung des Sigmas (Pfeil) mit einem deutlichen perikolischen entzündlichen Ödem des Fettgewebes, verursacht durch eine Divertikulitis

satz dazu symmetrische Veränderungen verursachen können (■ Abb. 8; [16, 21]).

Lokalisation des betroffenen Darmsegments

Neben dem spezifischen Muster, dem Ausmaß der Darmwandverbreiterung und der Länge des betroffenen Segments ist auch die geographische Verteilung der Veränderungen im Gastrointestinaltrakt für die Diagnosefindung wesentlich.

Dabei sollte beurteilt werden, welche anatomischen Abschnitte des Gastrointestinaltrakts betroffen sind: Besteht ein isolierter oder kombinierter Befall des Dün- und/oder Dickdarms?

Ist der Befall segmental oder diffus? Sind spezifische anatomische Regionen betroffen, wie z. B. das Rektosigmoid oder die Ileozökalregion? Eine derartige topographische Zuordnung hilft nicht nur in der Unterscheidung von Colitis ulcerosa oder M. Crohn, sie ist auch bei der Differenzialdiagnose infektiöser und nichtinfektiöser Darmentzündungen hilfreich. Beispielsweise beschränkt sich eine Strahlenenterokolitis streng auf das Gebiet der Bestrahlung [22]. Infektionen des Rektosigmoids finden sich bei Gonorrhö oder einer Infektion mit dem Herpes-simplex-Virus (HSV). Die Ileozökalregion ist bei Typhilitis, Tuberkulose (TBC) oder Amöben betroffen.

Eine diffuse Kolitis findet sich bei PMC, CMV oder *E. coli* (■ Abb. 9; [2, 23]).

„Thumbprint sign“

Dieses Zeichen stammt ursprünglich aus der Abdomen-Übersichtsaufnahme und beschreibt daumenartige Impressionen des Kolonlumens, die in regelmäßigen Abständen auftreten. Ursache ist ein Wandödem des Dickdarms, bei dem die ödematös verbreiterten und verplumpten semilunaren Falten fingerförmig in das Lumen ragen. In der Übersichtsaufnahme bzw. der koronaren CT-Reformation kommt es zu zahlreichen Füllungsdefekten, die wie Impressionen durch einen

Abb. 8 ▲ Symmetrie des betroffenen Darmsegments. **a** Die Kontrastmittel(KM)-verstärkte axiale CT zeigt eine asymmetrische mesenterial betonte entzündliche Wandverdickung des Dünndarms mit verstärkt mukosalem Enhancement (Pfeile) bei einer Patientin mit M. Crohn. **b** Im Gegensatz dazu ist bei dieser Patientin mit Gastroenteritis in der KM-verstärkten axialen CT eine symmetrische Verbreiterung der Dünndarmwand mit Nachweis eines Schichtungsphänomens erkennbar (Pfeile)

Abb. 9 ▲ Ileozökale Tuberkulose. **a** Axiales Kontrastmittel(KM)-verstärktes CT eines Patienten mit gastrointestinaler Tuberkulose (TBC) mit einer zirkulären Wandverbreiterung des Zökums (Pfeil) mit begleitendem perizökalem Fettgewebsödem sowie mesenterialen Lymphknoten. Der Befall der Ileozökalregion ist typisch und findet sich bei bis zu 80 % der Patienten mit gastrointestinaler TBC. **b** Das koronare KM-verstärkte CT zeigt neben der entzündlichen Wandverbreiterung (Pfeil) auch Aszites (*). Die übrigen mit abgebildeten Dün- und Dickdarmsegmente sind nicht betroffen. (Mit freundl. Genehmigung von Helmut Prosch, Medizinische Universität Wien)

Daumen erscheinen (Abb. 10). Dieses Zeichen ist unspezifisch und kann beispielsweise durch eine ischämische Kolitis, Infektionen wie PMC oder eine Colitis ulcerosa bedingt sein [24].

„Accordion sign“

Dieses Zeichen beschreibt einen Ziehharmonika-artigen Aspekt eines im Längsschnitt dargestellten Dickdarmsegments. Das Akkordeon-Bild ergibt sich aus alternierend angeordneten ödematös verdickten semilunaren Falten

und eng stehenden haustralen Zwischenräumen. Verstärkt wird dieser Aspekt, wenn das Darmlumen einschließlich der eingengten haustralen Ausbuchtungen zusätzlich mit oral verabreichtem KM markiert ist oder die Mukosa der Falten und Haustren intravenös stark KM aufnimmt (Abb. 11). Das sog. Akkordeonzeichen ist ein unspezifisches radiologisches Zeichen, das lediglich auf ein ausgeprägtes Ödem der Kolonwand hinweist. Man findet es beispielsweise bei der PMC sowie auch bei anderen

inflammatorischen oder ischämischen Kolitiden [6].

Fahrradschlauchzeichen („leadpipe sign“)

Typischerweise findet man dieses Zeichen bei Patienten mit einer chronischen Colitis ulcerosa. Es weist auf eine lang bestehende irreversible Schädigung hin. Durch verstärkte mukosale Regeneration mit Hypertrophie der Muscularis mucosae und nachfolgender Kontraktion entsteht das Bild eines dehaustrierten, einem Fahrradschlauch ähnlichen verkürzten Dickdarms (Abb. 12; [25]). Durch Strikturen sowie vermehrte perienterale Fettgewebsproliferation kann es auch zu Einengungen des Darmlumens kommen. Als Differenzialdiagnosen kommen neben der Colitis ulcerosa auch M. Crohn, TBC bzw. sehr selten die Amöbiasis in Frage.

Extramurale Zeichen

„Comb sign“

Das sog. „comb sign“ wird v. a. bei Patienten mit M. Crohn bei KM-verstärkten CT- oder MRT-Untersuchungen beobachtet. Die Zinken des Kamms stellen dabei die zur mesenterialen Seite der Darmwand ziehenden, erweiterten, zahlenmäßig vermehrten und linear verlaufenden kleinen Arterien (Vasa recta) dar (Abb. 13). Die Erweiterung dieser Gefäße entsteht durch den erhöhten Blutfluss im entzündeten Darmsegment und ist besonders gut bei einer vermehrten Fettgewebsproliferation um das betroffene Darmsegment erkennbar [26]. Die mesenteriale Hypervaskularisation findet sich auch bei anderen entzündlichen Darmerkrankungen.

Aszites

Das Auftreten von Aszites spricht für einen akuten Krankheitsverlauf. Man findet Aszites typischerweise bei infektiösen und ischämischen Enterokolitiden (Abb. 14). Chronisch-entzündliche Darmerkrankungen gehen seltener mit Aszites einher. Das Auftreten von Aszites ist ein Zeichen einer akuten Exazer-

Abb. 10 ▲ „Thumbprint sign“. Die koronare Rekonstruktion eines CT im Lungenfenster zeigt die fingerförmigen Impressionen des Colon transversum (Pfeile), die durch das ausgeprägte Darmwandödem verursacht werden

Abb. 11 ▲ „Accordion sign“ bei einer Patientin mit einem Pankreaskarzinom mit einer Chemotherapie-assoziierten nichtinfektiösen Enterokolitis. Das Kontrastmittel(KM)-verstärkte koronare CT zeigt die ausgeprägte entzündliche Verdickung des rechtsseitigen Kolons und terminalen Ileums mit einer verstärkten mukosalen KM-Aufnahme der verdickten semilunaren Falten (Pfeil), die zu einem Ziehharmonika-artigen Aspekt führen. Mit abgebildet ist das Pankreaskarzinom (Pfeilspitze)

Abb. 12 ▲ „Leadpipe sign“. a Die Abdomen-leer-Aufnahme eines Patienten mit Colitis ulcerosa zeigt ein dehaustriertes Colon transversum, das an einen Fahrradschlauch erinnert (Pfeile). b In der parasagittalen Rekonstruktion eines Kontrastmittel(KM)-verstärkten CT eines anderen Patienten ist eine schlauchartige entzündliche Wandverdickung des Colon transversum und descendens mit Verlust der haustralen Falten (Pfeile) als Folge einer Colitis ulcerosa erkennbar

bation. Ist Aszites mit extraluminarer Gasansammlung und entzündlich veränderten Darmschlingen kombiniert, besteht der hochgradige Verdacht auf eine Perforation der Darmwand.

Entzündliche Darmerkrankungen wie M. Crohn, Appendizitis oder Divertikulitis können eine lokalisierte Peritonitis verursachen, die zu einer schmalen Flüssigkeitsansammlung und einer homogenen Verdickung eines verstärkt KM-aufnehmenden Peritoneums um den betroffenen Gastrointestinaltrakt führt.

Lymphadenopathie

Reguläre mesenteriale Lymphknoten sind ovale oder runde Läsionen mit einem kurzen Querdurchmesser von <5 mm. Das Aussehen, die Verteilung sowie das Kontrastmittelverhalten können bei der Diagnose der ursächlichen Pathologie hilfreich sein. Eine umschriebene Lymphadenopathie mit vermehrten und vergrößerten Lymphknoten kann durch eine lokal entzündliche Reaktion sowie durch eine mesenteriale Reaktion auf eine Hohlorganperforation bedingt sein. Dabei sind die Lymphknoten bei Patienten mit CED oft größer als bei akut entzündlichen Veränderungen wie einer Divertikulitis. Gerade bei klinisch manifesten, gastrointestinal akuten Infekten mit geringer Darmerweiterung sowie deutlich intraluminaler Flüssigkeit ist eine mesenteriale Lymphadenopathie häufig anzutreffen. Bei vergrößerten Lymphknoten sowie verstärkt homogenem KM-Enhancement sollte auch das Vorliegen einer malignen Erkrankung in Betracht gezogen werden.

Als Sonderfall sind tuberkulöse Lymphknoten zu nennen, die geringere Dichtewerte, häufig ein peripheres Enhancement um ein zentral hypodenses Zentrum mit Nekrose bzw. seltener auch Verkalkungen aufweisen im Gegensatz zu einem homogenen Enhancement von entzündlich bedingten Lymphknoten. Geringe Dichtewerte von mesenterialen Lymphknoten sind auch bei der Zöliakie und beim Morbus Whipple zu finden [27].

Abb. 13 ▲ „Comb sign“. Das Kontrastmittel(KM)-verstärkte axiale CT eines Patienten mit M. Crohn zeigt im Bereich der entzündlich verdickten Wand des terminalen Ileums erweiterte Vasa recta (*Pfeilspitzen*), die durch die perienterale Fetteinlagerung besonders deutlich erkennbar sind und wie die Zinken eines Kamms aussehen

„Fat stranding“

Dieses Zeichen beschreibt eine diffuse oder retikuläre Dichteanhebung des Fettgewebes, das ein erkranktes Darmsegment umgibt (■ **Abb. 15**). Das perienterale „fat stranding“ ist ein unspezifisches Zeichen, das bei entzündlichen, infektiösen, ischämischen sowie malignen Ursachen, aber auch nach abdominalen Traumen zu finden ist. Eine besonders ausgeprägte perienterale Fettgewebsverdichtung im Verhältnis zu einer geringeren Darmwandverdickung ist bei einer Divertikulitis, einer Appendicitis epiploica, einer Appendizitis sowie einem omentalen Infarkt zu finden [28].

„Creeping fat sign“

Eine manschettenartige Vermehrung mesenterialen Fettgewebes, wie sie v. a. um die mesenteriale Seite des Darms beobachtet wird, ist ein typisches Zeichen einer M.-Crohn-Erkrankung. Sie wird nach einem längeren Erkrankungsverlauf gefunden (■ **Abb. 16**). Ursache dürften eine chronisch-perivaskuläre

Abb. 14 ◀ Aszites. Die Kontrastmittel(KM)-verstärkte axiale CT eines Patienten mit pseudomembranöser Kolitis zeigt um den pathologisch verdickten Dickdarm deutliche Flüssigkeitsansammlungen (*Pfeile*), die typisch für eine akute infektiöse Erkrankung sind

Entzündungsreaktion mit vermehrter Fibrosierung sowie eine longitudinale Kontraktion der Muskularis propria sein [29]. Dadurch ist bei radiologischen Untersuchungen eine Verlagerung sowie Distanzierung der umliegenden Darmschlingen zu beobachten. Vermehrtes perirektales Fettgewebe ist auch bei einer Colitis ulcerosa bzw. nach der Radiotherapie eines Rektumkarzinoms oder einer PMC zu finden.

„Hyperdense ring sign“

Dieses Zeichen findet man bei einer Appendicitis epiploica. Dabei handelt es sich um eine seltene, ischämisch-entzündliche Reaktion, die meist durch Torsion der Appendices epiploicae mit einem vaskulären Verschluss oder auch durch eine spontane venöse Thrombose bedingt ist.

Das „hyperdense ring sign“ bezeichnet dabei einen dünnen, runden oder ovalen hyperdensen Ring, der durch das verdickte, entzündete viszerale Peritoneum, welches das torquierte Fettgewebshängsel umgibt, gebildet wird. Im Zentrum des Rings befindet sich Fettgewebe. Ein oft erkennbarer mittiger hyperdenser Punkt entspricht der thrombosierte zentralen drainierenden Vene und wird auch als „central dot sign“ bezeichnet (■ **Abb. 17**; [30]).

Fehlermöglichkeiten

Neben pathologischen Verdickungen der Darmwand gibt es mehrere Fehlermöglichkeiten, die einen solchen Befund simulieren können oder die Beurteilbarkeit der Darmwand einschränken. Eine häufige Ursache von Fehlinterpretationen sind kollabierte oder spastische Darmsegmente, die entzündliche oder sogar neoplastische Veränderungen der Darmwand vortäuschen können (■ **Abb. 18**).

Eine weitere Fehlermöglichkeit ist die transiente Invagination, die beispielsweise bei entzündlichen Darmerkrankungen wie M. Crohn oder Zöliakie bei starker enteraler Füllung und vermehrter Peristaltik während einer radiologischen Untersuchung beobachtet wird. Sie kann als verbreiterte geschichtete Wand fehlinterpretiert werden.

Eingedickte Nahrungsmittelreste können ebenfalls eine pathologische Darmwandverdickung bzw. Füllungsdefekte oder Polypen vortäuschen.

Die Verwendung positiv oraler Kontrastmittel kann die Beurteilung eines pathologischen KM-Enhancements der Darmwand erschweren bzw. eine entzündlich hypervaskularisierte Schleimhaut maskieren. Sie wird von vielen Untersuchern als nicht mehr notwendig erachtet.

Unter Pseudopneumatose versteht man regulär intraluminal lokalisiertes Gas, das zwischen Stuhlresten und

Abb. 15 ▲ „Fat stranding“. Kontrastmittel(KM)-verstärkte axiale CT eines Patienten mit M. Crohn mit deutlich erhöhter Verdichtung des mesenterialen Fettgewebes (*Pfeile*) um das entzündlich verdickte terminale Ileum (*Pfeilspitze*)

Abb. 16 ▲ „Creeping fat“. MRT koronar, Kontrastmittel(KM)-verstärkte T1w-Sequenz. Um das entzündlich veränderte Colon transversum und descendens ist eine deutliche Proliferation des mesenterialen Fettgewebes (*Pfeile*) als Ausdruck des chronischen Krankheitsverlaufs erkennbar

Abb. 17 ▲ „Ring sign“. Die Kontrastmittel(KM)-verstärkte axiale CT bei einem Patienten mit Appendicitis epiploica zeigt eine rundliche fetthaltige Läsion angrenzend an das Sigma, die von einer ringförmigen hyperdensen Begrenzung umgeben ist (*Pfeil*). Die zentral punktförmige Hyperdensität ist durch eine thrombosierte Vene verursacht

Abb. 18 ▲ Fehlermöglichkeit Spasmus. a MRT koronar, Kontrastmittel(KM)-verstärkte T1w-Sequenz bei einem Patienten mit M. Crohn. Eine Dünndarmschlinge im mittleren Abdomen weist bei fehlender Distension eine scheinbar verdickte Wand mit vermehrter KM-Aufnahme auf (*Pfeil*). b Dieselbe Dünndarmschlinge ist auf der T2w-HASTE-Sequenz („Half-Fourier acquisition single-shot turbo spin-echo“) gut distendiert ohne Hinweis auf entzündliche Veränderungen (*Pfeil*)

Abb. 19 ▲ Pseudopneumatose. Das axiale Kontrastmittel(KM)-verstärkte CT zeigt eine lineare Gasansammlung am dorsalen Rand des Lumens des Sigmas (*Pfeile*), die zwischen der nicht verdickten Darmwand und dem intraluminalen Stuhlinhalt gefangen ist und nicht mit einer Pneumatose verwechselt werden darf

der Darmwand gefangen ist und v.a. im Zökum und Colon ascendens in linearer Anordnung eine intramurale Pneumatose vortäuschen kann. Die genaue Beurteilung flüssigkeitsgefüllter Darmwandabschnitte, kann bei der Unterscheidung von einer manifesten Pneumatose helfen, da intraluminal Gasbläschen in der Flüssigkeit aufsteigen und zu einer intraluminalen Spie-

gelbildung führen, während intramurale Gasbläschen in der Wand gefangen sind und somit nicht aufsteigen können und auch in den unteren Wandabschnitten zu finden sind (■ **Abb. 19**).

Fazit für die Praxis

- Die Entzündungen des Gastrointestinaltrakts stellen eine heteroge-

ne Gruppe von Erkrankungen mit teilweise deutlich überlappenden radiologischen Befunden dar.

- Ein wesentliches Befundkriterium ist die Darmwandverdickung.
- Pathologische Verbreiterungen der Darmwand lassen sich in 5 charakteristische Muster unterteilen.
- Bei entzündlichen Darmerkrankungen sind die einzelnen Muster relativ

unspezifisch und zeigen Überschneidungen zwischen verschiedenen Krankheitsursachen.

- Die gemeinsame Analyse muraler und extramuraler Zeichen unter Beachtung intra- und extraabdominaler Begleitbefunde und der klinischen Präsentation hilft bei der Einschränkung möglicher Differenzialdiagnosen.
- Die Kenntnis von Fehlermöglichkeiten verringert eine falsche Interpretation radiologischer Pathologien.

Korrespondenzadresse

Assoz. Prof. PD Dr. T. Mang
Universitätsklinik für Radiologie und Nuklearmedizin,
Medizinische Universität
Wien
Währinger Gürtel 18–20,
1090 Wien, Österreich
thomas.mang@
meduniwien.ac.at

Funding. Open access funding provided by the Medical University of Vienna.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. T. Mang und M. Scharitzer geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Literatur

1. Panes J, Bouhnik Y, Reinisch W et al (2013) Imaging techniques for assessment of inflammatory bowel disease: joint ECCO and ESGAR evidence-based consensus guidelines. *J Crohns Colitis* 7:556–585
2. Taylor SA, Avni F, Cronin C et al (2017) The first joint ESGAR/ESPR consensus statement on the technical performance of cross-sectional small bowel and colonic imaging. *Eur Radiol* 27:2570–2582
3. Spada C, Stoker J, Alarcon O et al (2015) Clinical indications for computed tomographic colonography: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) and European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR) guideline. *Eur Radiol* 25:331–345
4. Balthazar EJ (1991) CT of the gastrointestinal tract: principles and interpretation. *AJR Am J Roentgenol* 156:23–32
5. Desai RK, Tagliabue JR, Wegryn SA et al (1991) CT evaluation of wall thickening in the alimentary tract. *Radiographics* 11:771–783 (discussion 784)
6. Macari M, Balthazar EJ, Megibow AJ (1999) The accordion sign at CT: a nonspecific finding in patients with colonic edema. *Radiology* 211:743–746
7. Wiesner W, Mortelet KJ, Ji H et al (2002) Normal colonic wall thickness at CT and its relation to colonic distension. *J Comput Assist Tomogr* 26:102–106
8. Wittenberg J, Harisinghani MG, Jhaveri K et al (2002) Algorithmic approach to CT diagnosis of the abnormal bowel wall. *Radiographics* 22:1093–1107 (discussion 1107–1099)
9. Fernandes T, Oliveira MI, Castro R et al (2014) Bowel wall thickening at CT: simplifying the diagnosis. *Insights Imaging* 5:195–208
10. Gore RM, Smithuis R (2014) Bowel wall thickening—CT-pattern. *The Radiology Assistant*
11. Wessling J, Buerke B (2012) CT and MRI of the small bowel. *Radiol Up2date* 12:203–227
12. Schindera ST, Nelson RC, Delong DM et al (2007) Multi-detector row CT of the small bowel: peak enhancement temporal window—initial experience. *Radiology* 243:438–444
13. Bruining DH, Zimmermann EM, Loftus EV Jr et al (2018) Consensus recommendations for evaluation, interpretation, and utilization of computed tomography and magnetic resonance enterography in patients with small bowel Crohn's disease. *Radiology* 286(3):776–799. <https://doi.org/10.1148/radiol.2018171737>
14. Ahualli J (2005) The target sign: bowel wall. *Radiology* 234:549–550
15. Harisinghani MG, Wittenberg J, Blake MA et al (2003) Halo sign: useful CT sign for differentiating benign from malignant colonic disease. *Clin Radiol* 58:306–310
16. Macari M, Balthazar EJ (2001) CT of bowel wall thickening: significance and pitfalls of interpretation. *AJR Am J Roentgenol* 176:1105–1116
17. Pickhardt PJ, Kim DH, Taylor AJ (2008) Asymptomatic pneumatosis at CT colonography: a benign self-limited imaging finding distinct from perforation. *AJR Am J Roentgenol* 190:W112–117
18. Ho LM, Paulson EK, Thompson WM (2007) Pneumatosis intestinalis in the adult: benign to life-threatening causes. *AJR Am J Roentgenol* 188:1604–1613
19. Chintapalli KN, Chopra S, Ghiatas AA et al (1999) Diverticulitis versus colon cancer: differentiation with helical CT findings. *Radiology* 210:429–435
20. Horton KM, Fishman EK (2001) Multi-detector row CT of mesenteric ischemia: can it be done? *Radiographics* 21:1463–1473
21. Ba-Ssalamah A, Prokop M, Uffmann M et al (2003) Dedicated multidetector CT of the stomach: spectrum of diseases. *Radiographics* 23:625–644
22. Horton KM, Corl FM, Fishman EK (2000) CT evaluation of the colon: inflammatory disease. *Radiographics* 20:399–418
23. Childers BC, Cater SW, Horton KM et al (2015) CT evaluation of acute enteritis and colitis: is it infectious, inflammatory, or ischemic? Resident and fellow education feature. *Radiographics* 35:1940–1941
24. Kawamoto S, Horton KM, Fishman EK (1999) Pseudomembranous colitis: spectrum of imaging findings with clinical and pathologic correlation. *Radiographics* 19:887–897
25. Fonseca E, Yamauchi FI, Moron RA et al (2017) Lead pipe sign in ulcerative colitis. *Abdom Radiol (NY)*. <https://doi.org/10.1007/s00261-017-1303-4>
26. Madureira AJ (2004) The comb sign. *Radiology* 230:783–784
27. Lucey BC, Stuhlfaut JW, Soto JA (2005) Mesenteric lymph nodes seen at imaging: causes and significance. *Radiographics* 25:351–365
28. Pereira JM, Sirlin CB, Pinto PS et al (2004) Disproportionate fat stranding: a helpful CT sign in patients with acute abdominal pain. *Radiographics* 24:703–715
29. Carbo AI, Reddy T, Gates T et al (2014) The most characteristic lesions and radiologic signs of Crohn disease of the small bowel: air enteroclysis, MDCT, endoscopy, and pathology. *Abdom Imaging* 39:215–234
30. Singh AK, Gervais DA, Hahn PF et al (2005) Acute epiploic appendagitis and its mimics. *Radiographics* 25:1521–1534