

Aus dem Institut für Röntgendiagnostik

der Universität Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. T. Bley

Stellenwert der Computertomographie im Staging der Sigmadivertikulitis

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Miriam Kristina Buchberger

aus Würzburg

Würzburg, Oktober 2016

Referent: Prof. Dr. Thorsten Bley

Korreferent: Prof. Dr. Ingo Klein

Dekan: Prof. Dr. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 19.04.2018

Die Promovendin ist Ärztin.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
1.1 Divertikulitis	1
1.1.1 Epidemiologie	1
1.1.2 Stadieneinteilung	2
1.1.3 Diagnostik	2
1.2 Die CT in der Diagnostik der Sigmadivertikulitis	3
1.2.1 Stellenwert der CT	3
1.2.2 Charakteristische Zeichen der Sigmadivertikulitis in der CT	4
1.2.3 Computertomographische Stadieneinteilung	4
2. Material und Methodik	9
2.1 Patientengut	9
2.2 Untersuchungstechnik	9
2.3 Histopathologische Begutachtung	9
2.4 Statistik	10
3. Ergebnisse	10
3.1 Alters- und Geschlechterverteilung	10
3.2 Häufigkeit der einzelnen Stadien	11
3.2.1 Computertomographisch	11
3.2.2 Histopathologisch	11
3.2.3 Intraoperativ	11
3.3 Vergleich der Stadienverteilungen	11
3.3.1 Vergleich CT - Histologie	11
3.3.2 Vergleich CT - intraoperativer Befund	13
3.3.3 Vergleich CT - intraoperativer Befund - Histologie	14
3.4 Statistische Wahrscheinlichkeiten der CT	15

3.5	Zeitintervall CT - OP	15
3.6	Zwischenbeobachter-Korrelation	16
4.	Diskussion	18
4.1	Die CT in der Diagnostik der Sigmadivertikulitis	18
4.2	Stadieneinteilung	28
4.3	Diagnostische Zeichen der Sigmadivertikulitis in der CT	29
4.4	Einfluss der CT-Durchführung	31
4.5	Einfluss des Zeitintervalles CT - OP	32
4.6	Zwischenbeobachter-Korrelation	33
5.	Zusammenfassung	34
6.	Literaturverzeichnis	36

1. Einleitung

Die Divertikulose ist in der industrialisierten westlichen Welt eine der häufigsten Erkrankungen des Kolons. Da vor allem ältere Menschen betroffen sind, wird dieses Krankheitsbild durch den demographischen Wandel und die damit verbundene Überalterung der Gesellschaft eine weitere Inzidenzzunahme erfahren. Die Divertikulitis, welche sich in verschiedenen Schweregraden manifestieren kann, stellt die häufigste Komplikation der Divertikelerkrankung dar. Aus diesem Grund kommt ihrer Diagnose eine besondere Bedeutung zu. Mit zunehmendem technischem Fortschritt im Bereich der radiologischen Untersuchungsmodalitäten, hat sich vor allem die CT als sehr zuverlässiges Verfahren in der Diagnostik der Divertikulitis etabliert (17, 18, 22, 26, 34, 68, 70, 76). Ein Vergleich der CT-Befunde mit dem histopathologischen Befund, und somit die Kenntnis, wie gut anhand der CT das tatsächliche Ausmaß der Erkrankung abgebildet werden kann, fehlt bislang weitgehend. Zur Frage, inwieweit diese Übereinstimmung auch befunderabhängig ist, existieren bislang ebenfalls kaum Daten. Um diesen Fragestellungen nachzugehen, wurden für diese Arbeit die Daten von 91 Patienten, die aufgrund einer Sigmadivertikulitis operiert wurden, ausgewertet. Bei allen Patienten war im Vorfeld eine CT-Untersuchung durchgeführt worden. Die anhand von CT-Bildern diagnostizierten Stadien wurden mit den histopathologischen Befunden der Resektate auf eine Übereinstimmung hin untersucht. Zudem wurden die CT-Bilder aller Patienten durch einen zweiten Radiologen nachbefundet, und das jeweils diagnostizierte Stadium mit dem des erstbefundenden Radiologen ebenfalls auf eine Übereinstimmung hin verglichen.

1.1 Divertikulitis

1.1.1 Epidemiologie

Die Divertikelerkrankung ist in den westlichen Industrieländern weit verbreitet und zeigt hier eine zunehmende Inzidenz. Die Erkrankung ist altersabhängig: während nur 5-10% der unter 45-jährigen betroffen sind, steigt die Zahl mit zunehmendem Alter immer weiter an und beträgt bei den über 80-jährigen fast 80%. Etwa 20% aller Divertikelträger entwickeln eine

symptomatische Divertikulitis, von diesen müssen circa 25% operiert werden (1, 17, 18, 19, 22, 33, 56, 68).

1.1.2 Stadieneinteilung

Zur Stadieneinteilung der Divertikulitis existieren zahlreiche Klassifikationen, von denen bisher jedoch keine als allgemein verbindlich gilt. Die bisherig publizierten Klassifikationen beruhen unter anderem auf Laborparametern, der klinischen Beschwerdesymptomatik und den Ergebnissen verschiedener bildgebender Untersuchungsverfahren. Für die Betroffenen ist eine exakte Stadieneinteilung von großer Bedeutung, da sowohl das therapeutische Vorgehen, als auch die Prognose der Erkrankung vom Schweregrad der Entzündung abhängig sind (25, 28).

1.1.3 Diagnostik

Da die Sensitivität der Anamneseerhebung, der Entzündungsparameter sowie der klinischen Untersuchung nur ca. 65% beträgt, sollte bei Patienten mit Verdacht auf Divertikulitis in der Akutsituation eine Bildgebung stattfinden. Ihr Ziel ist die Diagnosesicherung, sowie eine Aussage über den Schweregrad und die Ausdehnung der Erkrankung, um das weitere Vorgehen festlegen zu können (26, 44, 54).

Die Sonographie eignet sich gut als Screeningverfahren und zur Verlaufskontrolle. Neben der Darstellung von Abszessformationen können entzündliche Veränderungen im Bereich des Sigmas als Darmwandverdickung und Kokarde dargestellt werden. Die Sonographie ist ein kostengünstiges, nahezu überall verfügbares Verfahren ohne Strahlenbelastung. Nachteilig ist die Untersucherabhängigkeit, sowie die begrenzte Einsatzmöglichkeit bei adipösen Patienten oder deutlichem Meteorismus. Prozesse retroperitoneal oder im Bereich des kleinen Beckens sind sonographisch oft nur unzureichend darstellbar (54, 61, 83).

Die Röntgen-Übersichtsaufnahme erlaubt den Nachweis freier Luft intra- oder retroperitoneal nach einer Perforation. Auch kann mit diesem Verfahren differentialdiagnostisch ein Ileus anhand der Darstellung möglicher Spiegel ausgeschlossen werden. Diese Untersuchung allein kann eine Divertikulitis jedoch weder sicher diagnostizieren noch ausschließen (54).

Der Kolonkontrasteinlauf (=KE) war lange Zeit das primäre bildgebende Verfahren in der Diagnostik der Divertikulitis (10). Diese Untersuchung kann pathologische Veränderungen des Darmlumens gut darstellen. Zahlreiche Studien zeigten jedoch, dass der Kolonkontrasteinlauf extraluminale Veränderungen nicht hinreichend darstellen kann, und so das Ausmaß der perikolischen Entzündung häufig unterschätzt wird (4, 10, 12, 17, 33, 36, 71).

Der Ausschluss eines malignen Darmgeschehens oder anderer entzündlicher Darmerkrankungen gelingt mittels der Koloskopie zuverlässig, da Schleimhautveränderungen sehr gut dargestellt werden können. Extraluminale Veränderungen jedoch entziehen sich vollständig dieser Diagnostik (44, 61).

Bezüglich der Wertigkeit der MRT in der Diagnostik der Sigmadivertikulitis existieren bislang wenige Erfahrungen. In bisher durchgeführten Studien kam die MRT auf Sensitivitäten zwischen 88 und 92% und Spezifitäten zwischen 86 und 94%. Vorteil dieses Verfahrens im Vergleich mit der CT ist die fehlende Strahlenexposition. Sowohl perikolische Entzündungsreaktionen, als auch Abszesse und Fisteln können mittels MRT dargestellt werden. Allerdings steht dieses Verfahren aufgrund deutlich längerer Untersuchungszeiten, was insbesondere bei akut erkrankten Patienten ein Problem darstellen kann, sowie im Vergleich zu anderen radiologischen Untersuchungsverfahren höheren Kosten noch im Hintergrund (15, 38, 56, 61).

1.2 Die CT in der Diagnostik der Sigmadivertikulitis

1.2.1 Stellenwert der CT

Die Diagnose der linksseitigen Kolondivertikulitis basierte vor Einführung der CT in die klinische Praxis Anfang der 1990er Jahre neben körperlicher Untersuchung und einer typischen Laborkonstellation vor allem auf den Befunden der Sonographie und des Kolonkontrasteinlaufs (62). Aufgrund ihrer geringen Sensitivität bezüglich der Einschätzung der perikolischen Entzündungsreaktion sind diese bildgebenden Verfahren heute in den Hintergrund getreten (37). Mit Einführung der CT wurde eine Technik verfügbar, mit der man

nicht nur intraluminale Veränderungen sichtbar machen konnte, sondern auch das extraluminale Ausmaß des Krankheitsprozesses (42). Mit der weiteren technischen Verbesserung, und auch bedingt durch die Modifikation der diagnostischen Kriterien, zeigte die CT immer bessere Ergebnisse hinsichtlich Sensitivität und Spezifität (67). Heute lässt sich die Kolondivertikulitis mit nahezu 100%iger Sensitivität und Spezifität anhand der CT diagnostizieren (40). Mit der CT kann das Ausmaß der Entzündung bestimmt, und Komplikationen wie z.B. Abszesse können dargestellt werden. Des Weiteren können anhand der CT andere Ursachen, die das Bild einer Divertikulitis imitieren können, identifiziert werden (15).

1.2.2 Charakteristische Zeichen der Sigmadivertikulitis in der CT

CT-Kriterien, die für die Diagnose Divertikulitis sprechen, fanden bislang in zahlreichen Studien Erwähnung (3, 4, 5, 12, 17, 21, 33, 40, 42, 47). Nachfolgend sind die laut Literatur häufigsten CT-Befunde bei Vorliegen einer Divertikulitis aufgelistet:

1. Perikolische Fettgewebsinfiltration
2. Darmwandverdickung
3. Divertikulose
4. Flüssigkeit im Bereich der Mesosigmawurzel
5. „Arrowhead-Zeichen“
6. Freie Luft intra- oder retroperitoneal
7. Fistel
8. Abszedierung

1.2.3 Computertomographische Stadieneinteilung

Die von Neff und van Sonnenberg 1989 vorgestellte computertomographische Stadieneinteilung basiert auf der Hinchey-Klassifikation (29) und beschreibt vorwiegend das Ausmaß von Abszessen (55). Weitere computertomographische Stadieneinteilungen stammen von Ernst et al (19) sowie von Ambrosetti (5).

Die für diese Arbeit verwendete Klassifikation stammt von Hansen und Stock aus dem Jahr 1999 (28) (Tab. 1.1):

Tab 1.1: Stadieneinteilung nach Hansen und Stock (28)

Stadium	CT-Charakteristika
0: reizlose Divertikulose	Gas- oder Kontrastmittel-gefüllte Divertikel
I: akut unkomplizierte Divertikulitis	+Darmwandverdickung
II: akut komplizierte Divertikulitis	
IIA: Peridivertikulitis, phlegmonöse Divertikulitis	+Dichteanhebung im perikolischem Fettgewebe
IIB: gedeckte Perforation	+Abszess, extraluminale Gaseinschlüsse
IIC: freie Perforation	+freie Luft, freie Flüssigkeit
III: chronisch-rezidivierende Divertikulitis	Darmwandverdickung, Stenose, Fistel

Die folgenden Abbildungen (1.1-1.3) zeigen Beispiele für computertomographische Bilder der Stadien IIA, IIB und III.

Abb. 1.1: Transversales CT-Bild eines Stadiums IIA: Kolonwandverdickung, entzündliche Veränderungen im perikolischen Fettgewebe



Abb. 1.2: Transversales CT-Bild eines Stadiums IIB: Kolonwandverdickung, perikolische Entzündungszeichen, geringe Mengen extraluminaler Luft

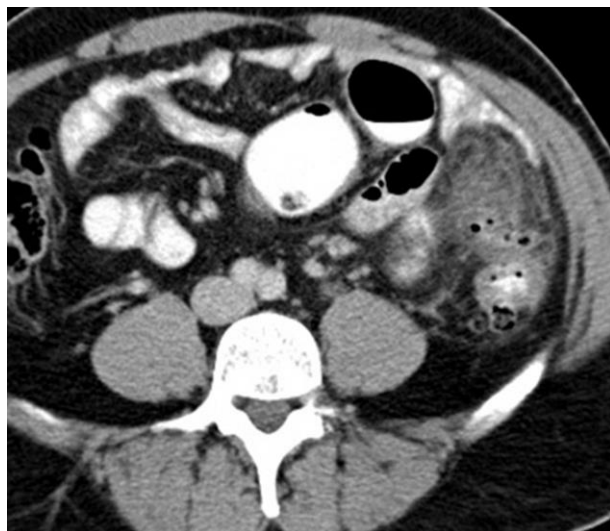


Abb. 1.3: Koronares CT-Bild eines Stadiums III: Kolonwandverdickung, Einengung des Darmlumens, Fistel



Im Jahr 2014 wurde eine neue Klassifikation vorgeschlagen (Classification of diverticular disease = CDD; Tab.1.2), welche die möglichen Erscheinungsformen der Divertikulose bzw. Divertikulitis noch differenzierter betrachtet. Als Basis dieser Klassifikation dienen neben dem computertomographischen Befund weitere Parameter wie Symptome des Patienten oder bestimmte Laborwerte (46).

Tab. 1.2: Klassifikation der Divertikulitis/Divertikelkrankheit (CDD) (46)

Typ 0: asymptomatische Divertikulose	Zufallsbefund; asymptomatisch keine Krankheit
Typ 1: akute unkomplizierte Divertikelkrankheit/Divertikulitis	
Typ 1a: Divertikulitis/Divertikelkrankheit ohne Umgebungsreaktion	auf die Divertikel beziehbare Symptome Entzündungszeichen (Labor): optional typische Schnittbildgebung
Typ 1b: Divertikulitis mit phlegmonöser Umgebungsreaktion	Entzündungszeichen (Labor): obligat Schnittbildgebung: phlegmonöse Divertikulitis
Typ 2: akute komplizierte Divertikulitis, wie 1b, zusätzlich:	
Typ 2a: Mikroabszess	gedeckte Perforation, kleiner Abszess (≤ 1 cm); minimale parakolische Luft
Typ 2b: Makroabszess	para- oder mesokolischer Abszess (> 1 cm)
Typ 2c: freie Perforation	freie Perforation, freie Luft/Flüssigkeit generalisierte Peritonitis
Typ 2c1: eitrige Peritonitis	
Typ 2c2: fäkale Peritonitis	
Typ 3: chronische Divertikelkrankheit	
rezidivierende oder anhaltende symptomatische Divertikelkrankheit	
Typ 3a: symptomatische unkomplizierte Divertikelkrankheit (SUDD)	typische Klinik Entzündungszeichen (Labor): optional
Typ 3b: rezidivierende Divertikulitis ohne Komplikationen	Entzündungszeichen (Labor): vorhanden Schnittbildgebung: typisch
Typ 3c: rezidivierende Divertikulitis mit Komplikationen	Nachweis von Stenosen, Fisteln, Konglomerat
Typ 4: Divertikelblutung	Nachweis der Blutungsquelle

2. Material und Methodik

2.1 Patientengut

Grundlage dieser Arbeit waren die Daten von 91 Patienten, die in der Zeit von August 2008 bis April 2010 in der chirurgischen Abteilung der Universitätsklinik Würzburg an einer Sigmadivertikulitis operiert wurden. Bei allen Patienten war im Vorfeld eine CT-Untersuchung durchgeführt worden. Das Durchschnittsalter der 48 weiblichen und 43 männlichen Patienten betrug 60,4 Jahre.

2.2 Untersuchungstechnik

Die CT-Untersuchungen wurden nach oraler, rektaler und intravenöser Kontrastmittelgabe (Flußrate 3ml/s; scan delay 60 Sekunden) an einem 16-Zeiler respektive 64-Zeilengerät (Somatom Sensation 16/64 der Firma Siemens Erlangen/Forchheim) am Institut für Röntgendiagnostik der Universitätsklinik Würzburg durchgeführt. Die Messparameter waren wie folgt: 120 kV, 200 mAs (reference, care dose Protokoll), Kollimation 16/64 x 0,75mm, Pitch 1,0, Rotationszeit 0,5 s; Schichtdicke 5 mm in axialer, koronarer und sagittaler Rekonstruktion.

2.3 Histopathologische Begutachtung

Die histopathologische Begutachtung fand am Institut für Pathologie der Universitätsklinik Würzburg statt. Da die Stadienzuordnung durch den Pathologen nicht anhand der Hansen und Stock-Klassifikation erfolgte, wurde ein dieser Klassifikation analoger histopathologischer Score verwendet (siehe Tab. 2.1). Diesbezüglich muss erwähnt werden, dass die Diagnose des Stadiums IIC anhand des Resektates allein nicht zu stellen ist, hierfür bedarf es zusätzlicher Informationen des Operateurs; folglich ist bei einem Vergleich mit dem CT-Stadium das intraoperativ und histopathologisch diagnostizierte Stadium gemeinsam heranzuziehen.

Tab. 2.1: Histopathologischer Score analog der Hansen und Stock-Klassifikation

Stadium	Histopathologisches Korrelat
I	Lokale Entzündung, geringe Divertikulitis, fokale Divertikulitis
IIA	Akute Entzündung des parakolischen Fettgewebes, Peridivertikulitis, transmurale Entzündung, phlegmonös eitrige Divertikulitis
IIB	Gedeckte Perforation, eitrig abszedierende Entzündung, Abszess
IIC	Fibrinös eitrige Peritonitis, Perforation mit Durchwanderungsperitonitis
III	Wandverdickung, Zeichen stattgehabter Entzündung, Fibrose, Fistelbildung

2.4 Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS 18 unter Verwendung von Zwei- und Mehrfeldertafeln, des Mann-Whitney-U-Testes und des Fisher's exact-Testes. Zur Bewertung der Ergebnisse der Zwischenbeobachter-Korrelation wurde der Kappa-Wert verwendet. Das Signifikanzniveau war $\alpha=0,05$.

3. Ergebnisse

3.1 Alters- und Geschlechterverteilung

In diese Arbeit wurden 91 Patienten eingeschlossen, 48 Frauen und 43 Männer. Das Durchschnittsalter lag bei 60,4 Jahren, der jüngste Patient war 26 Jahre, der Ältteste 88 Jahre.

3.2 Häufigkeit der einzelnen Stadien

3.2.1 Computertomographisch

In der CT zeigte sich Stadium I dreimal, Stadium IIA wurde 19mal diagnostiziert, Stadium IIB 43mal, Stadium IIC wurde fünfmal genannt, Stadium III 21mal.

3.2.2 Histopathologisch

Histologisch wurde neunmal die akut unkomplizierte Form diagnostiziert. Zeichen einer phlegmonösen Divertikulitis zeigten sich histologisch sechsmal, Merkmale einer gedeckten Perforation 49mal, eine freie Perforation wurde unter Berücksichtigung des intraoperativen Befundes fünfmal genannt. 22mal zeigten sich im Resektat Zeichen einer chronisch-rezidivierenden Divertikulitis.

3.2.3 Intraoperativ

Intraoperativ zeigten sich bei einem Patienten Zeichen einer akut unkomplizierten Divertikulitis. Achtmal fand sich intraoperativ die phlegmonöse Form, 55mal entsprach der intraoperative Befund dem Vorliegen einer gedeckten Perforation, Zeichen einer freien Perforation fanden sich bei fünf Patienten, bei 22 Patienten zeigten sich Merkmale einer chronisch-rezidivierenden Divertikulitis.

3.3 Vergleich der Stadienhäufigkeiten

3.3.1 Vergleich CT-Histopathologie

Bei drei Patienten zeigten sich in der CT Zeichen einer akut unkomplizierten Divertikulitis. Neunmal bewertete der Pathologe die Befunde als akut unkompliziert. In drei Fällen stimmte das diagnostizierte Stadium überein. Bei sechs Patienten kam es seitens der CT zu einer Überbewertung im Sinne einer akut komplizierten Form: zwei Patienten wurde Stadium IIA zugeordnet, vier Patienten Stadium IIB. Bei Stadium IIA, welches histologisch sechsmal diagnostiziert wurde, ergaben sich fünf Übereinstimmungen, und lediglich eine Nichtübereinstimmung. In diesem Fall diagnostizierte der Radiologe Stadium III. Stadium IIB

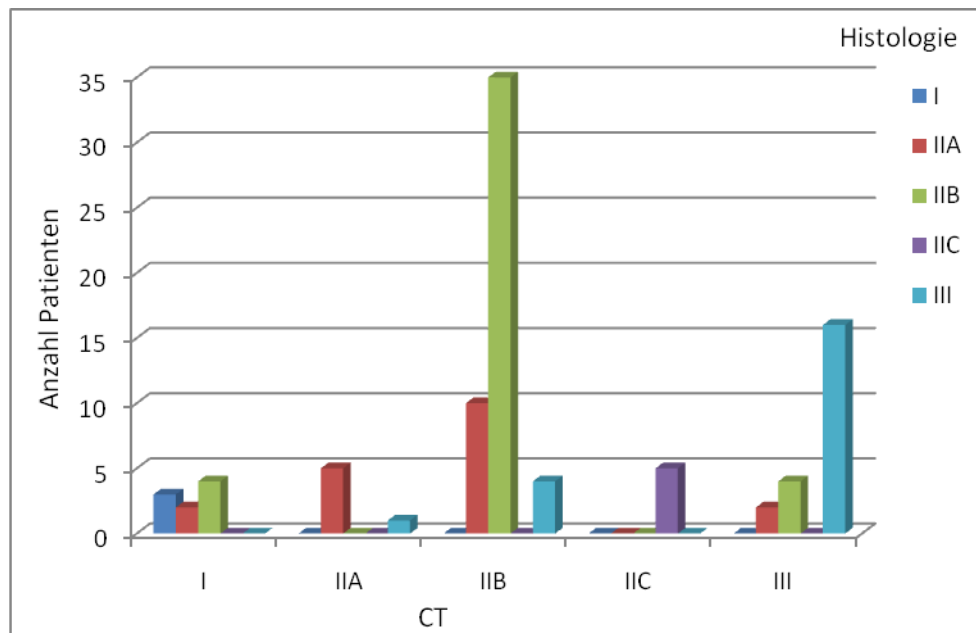
wurde histologisch 49mal diagnostiziert. Bei 35 Patienten ergab der CT-Befund ebenfalls IIB, bei zehn Patienten kam es zu einer Unterbewertung im Sinne eines Stadiums IIA, vier Patienten wurde Stadium III zugeordnet. Eine 100%ige Konkordanz lag bei Stadium IIC vor: fünf Patienten mit intraoperativ und histologisch verifizierter freier Perforation wurden anhand der CT ebenfalls als Stadium IIC diagnostiziert. Die chronisch-rezidivierende Form der Sigmadivertikulitis lag histologisch bei 22 Patienten vor. Bei 16 Patienten ergab die CT einen übereinstimmenden Befund, in zwei Fällen ergab der CT-Befund Stadium IIA, bei vier Patienten diagnostizierte der Radiologe Stadium IIB. Umgekehrt zeigte die CT bei einem Patienten, der histopathologisch als Stadium IIA klassifiziert wurde, und bei vier histopathologisch diagnostizierten Stadien IIB das Vorliegen eines Stadiums III; insgesamt lag bei 64 Patienten eine Übereinstimmung des radiologischen und des histopathologischen Befundes vor. Bei 27 Patienten kam es zu keiner Übereinstimmung. Der Korrelationskoeffizient betrug 0,626 (Spearman`s-Rho).

Tabelle 3.1 zeigt die Verteilung der einzelnen Stadien nach histopathologischer bzw. computertomographischer Befundung, Abbildung 3.1 veranschaulicht die Zahl der Übereinstimmungen bzw. der Nichtübereinstimmungen.

Tab. 3.1: Vergleich der Stadienhäufigkeiten computertomographisch-histopathologisch

<i>Histologie</i>	<i>I</i>	<i>IIA</i>	<i>IIB</i>	<i>IIC</i>	<i>III</i>
CT					
I	3	0	0	0	0
IIA	2	5	10	0	2
IIB	4	0	35	0	4
IIC	0	0	0	5	0
III	0	1	4	0	16

Abb. 3.1: Vergleich der Übereinstimmungen/Nichtübereinstimmungen der einzelnen Stadien computertomographisch-histopathologisch



3.3.2 Vergleich CT - intraoperativer Befund

Eine Übereinstimmung des computertomographischen und des intraoperativen Befundes lag bei 69 Patienten vor. Stadium I wurde einmal radiologisch und intraoperativ übereinstimmend genannt, Stadium IIA fünfmal, Stadium IIB 42mal. Eine freie Perforation wurde fünfmal übereinstimmend diagnostiziert, Stadium III 16mal. Nichtübereinstimmungen fanden sich hierbei vor allem bei Stadium III: bei sechs Patienten hatte der Radiologe anhand der CT-Bilder stattdessen das Vorliegen einer akuten Form diagnostiziert: zweimal Stadium I, dreimal Stadium IIA, einmal IIB. Umgekehrt wurden fünf radiologisch diagnostizierte Stadien III intraoperativ als akute Form eingeordnet: dreimal als Stadium IIA, zweimal als IIB. Der Korrelationskoeffizient betrug 0,447 (Spearman`s-Rho).

Tab 3.2 zeigt die computertomographisch und intraoperativ diagnostizierten Stadien im Vergleich.

Tab. 3.2: Vergleich der Stadienhäufigkeiten computertomographisch-intraoperativ

<i>OP</i>	<i>I</i>	<i>IIA</i>	<i>IIB</i>	<i>IIC</i>	<i>III</i>
CT					
I	1	0	0	0	2
IIA	0	5	11	0	3
IIB	0	0	42	0	1
IIC	0	0	0	5	0
III	0	3	2	0	16

3.3.3 Vergleich CT-intraoperativer Befund-Histopathologie

Insgesamt wurden 55 Patienten sowohl radiologisch, als auch intraoperativ und histologisch übereinstimmend befundet: in einem Fall wurde die akut unkomplizierte Form übereinstimmend genannt, dreimal die phlegmonöse Form. Stadium IIB wurde 34mal, eine freie Perforation fünfmal übereinstimmend diagnostiziert. Zwölfmal fanden sich sowohl in der CT als auch intraoperativ und histologisch Zeichen einer rezidivierenden Divertikulitis.

Bei 69 Patienten kamen der Radiologe und der Operateur zu dem gleichen Ergebnis, in 64 Fällen der Radiologe und der Pathologe. 14mal war das Stadium radiologisch und intraoperativ gleich, histologisch ergab sich ein anderes. Dies betraf zweimal Stadium IIA, welches histopathologisch einmal als Stadium I und einmal als Stadium III verifiziert wurde, achtmal IIB, hierbei ergaben sich histopathologisch die Stadien I und III jeweils viermal. Viermal wurde das chronisch-rezidivierende Stadium III durch den Pathologen als Stadium IIB diagnostiziert.

Andererseits waren bei neun Patienten das CT-ermittelte Stadium und das histopathologische Ergebnis gleich, intraoperativ jedoch ergab sich ein davon abweichendes Stadium. Dies war der Fall bei zwei Patienten mit Stadium I, hier diagnostizierte der Operateur zweimal Stadium III; zweimal betraf es Stadium IIA, welches intraoperativ als IIB

bewertet wurde, einmal Stadium IIB. Bei diesem Patienten zeigten sich intraoperativ Zeichen eines Stadium III. Die chronisch-rezidivierende Form wurde bei vier Patienten, denen dieses Stadium radiologisch und histopathologisch zugeordnet wurde, intraoperativ nicht als solche diagnostiziert, sondern als akute Form: zweimal als Stadium IIA, zweimal als IIB.

3.4 Statistische Wahrscheinlichkeiten der CT

Es wurden folgende statistische Werte für die CT berechnet: Sensitivität, Spezifität, positiver prädiktiver Wert (=PPV) und negativer prädiktiver Wert (=NPV). Die Ergebnisse zeigt Tabelle 3.3.

Tab 3.3: Statistische Werte der CT

Stadium	Sensitivität in %	Spezifität in %	PPV in %	NPV in %
I	33,3	100	100	93,2
IIA	83,3	83,5	26,3	98,6
IIB	71,4	81,0	81,4	70,8
IIC	100	100	100	100
III	72,7	92,7	76,2	91,4

3.5 Zeitintervall CT-OP

Der durchschnittliche Zeitabstand zwischen der CT-Untersuchung und der Operation lag bei 17,75 Tagen. Das längste Intervall betrug 182 Tage, das kürzeste 0 Tage. Der Median lag bei 9 Tagen. Um den Einfluss des Zeitabstandes zwischen der CT-Untersuchung und der Operation zu untersuchen, wurde die Zahl der übereinstimmenden Stadien mit den Nicht-

Übereinstimmungen hinsichtlich des Zeitabstandes verglichen: der durchgeführte Mann-Whitney-U-Test war mit einem Wert von 0,882 nicht signifikant.

In einem weiteren Schritt wurde untersucht, ob ein Unterschied im Ergebnis bei einem CT-OP-Abstand von mehr oder weniger als zehn Tagen besteht. Auch hier ergab sich kein signifikanter Unterschied ($p=0,472$, Fisher's exact test).

3.6 Zwischenbeobachter-Korrelation

Bei 65 Patienten wurde durch beide Radiologen das gleiche Stadium diagnostiziert, bei 26 Patienten fiel der Befund unterschiedlich aus. Bei Stadium I lag lediglich bei drei von histologisch neun Patienten eine Übereinstimmung vor. In sechs Fällen nannte ein Radiologe Stadium III. Stadium IIA wurde bei 16 Patienten übereinstimmend befundet. Insgesamt dreizehnmal kam es zu einer Abweichung eines Radiologen im Sinne eines Stadiums IIB. Fünfmal diagnostizierte ein Radiologe Stadium IIA, der Zweitbefunder Stadium III.

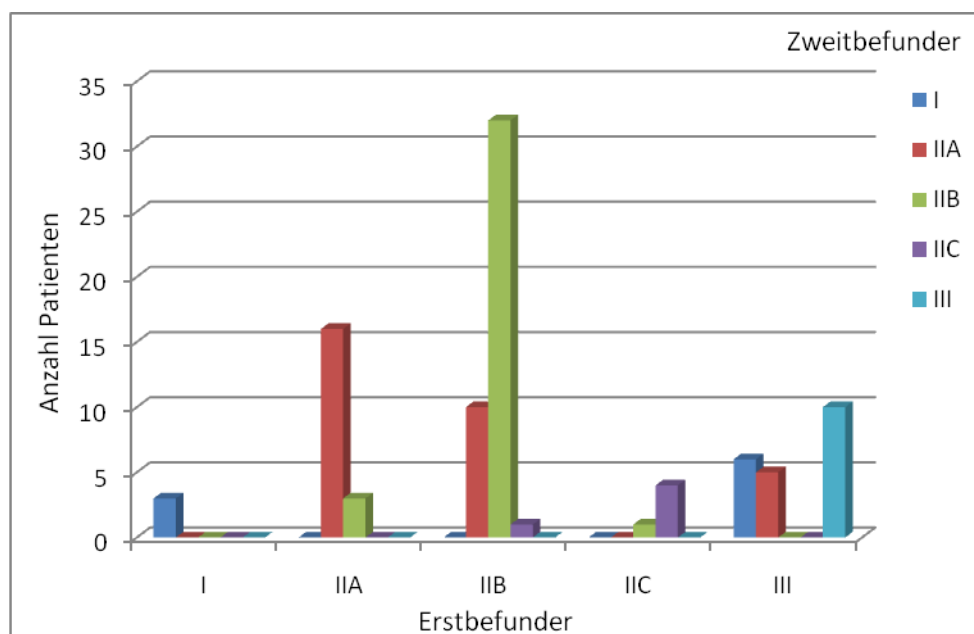
Bei 32 von histopathologisch 49 Patienten mit Stadium IIB diagnostizierten beide Radiologen diese Form. Jeweils einmal diagnostizierte ein Radiologe IIB, der andere sah in den CT-Bildern das Vorliegen eines Stadiums IIC. Insgesamt kam es bei Stadium IIC viermal, von intraoperativ und histologisch fünf verifizierten Stadien IIC, zu einer Übereinstimmung. Bei zehn Patienten bewerteten beide Radiologen die CT-Befunde als rezidivierende Divertikulitis. Bei elf Patienten kam ein Radiologe auf ein anderes Ergebnis: er stellte bei diesen Patienten das Vorliegen einer akuten Form fest: sechsmal diagnostizierte er Stadium I, fünfmal Stadium IIA.

Der errechnete Kappa-Wert lag mit 0,598 in einem Bereich mäßiger Übereinstimmung (2). Der Korrelationskoeffizient betrug 0,358 (Spearman's-Rho). Die Ergebnisse der Zwischenbeobachter-Korrelation sind in Tabelle 3.4 sowie in Abbildung 3.2 veranschaulicht.

Tab. 3.4: Zwischenbeobachter-Korrelation, Verteilung der einzelnen Stadien

Stadium	I	IIA	IIB	IIC	III	Erstbefunder
I	3	0	0	0	6	
IIA	0	16	10	0	5	
IIB	0	3	32	1	0	
IIC	0	0	1	4	0	
III	0	0	0	0	10	
Zweitbefunder						

Abb. 3.2: Übereinstimmungen/Nichtübereinstimmungen der Zwischenbeobachter-Korrelation



4. Diskussion

4.1 Die CT in der Diagnostik der Sigmadivertikulitis

Zahlreiche Studien haben bislang den hohen Stellenwert der CT in der Diagnostik der Sigmadivertikulitis hervorgehoben (4, 27, 40, 50, 63, 76). Galt früher der Kolonkontrasteinlauf als Mittel der Wahl, wird heutzutage die CT als radiologischer Goldstandard angesehen. Mit der Einführung der CT in die klinische Routine wurde eine Technik verfügbar, mit der auch extraluminale Veränderungen und das Ausmaß der parakolischen Reaktion darstellbar wurden, was bei den bisher gebräuchlichen bildgebenden Verfahren nur unzureichend möglich war. Die CT ist eine schnelle, fast überall verfügbare und relativ risikoarme Untersuchung, die es ermöglicht, das breite Spektrum möglicher Manifestationsformen der Sigmadivertikulitis darzustellen. Auch bei der Abklärung möglicher Differentialdiagnosen liefert die CT wichtige Informationen (10, 15, 17, 18, 27, 33, 37, 42, 53, 55, 60, 61, 69, 76, 77). Komplikationen oder schwere klinische Verläufe, die bei Patienten mit einer Divertikulitis auftreten können, erfordern die sichere Identifikation gefährdeter Patienten, damit die richtigen Entscheidungen für das weitere diagnostische und therapeutische Vorgehen getroffen werden können. Da sich eine Divertikulitis klinisch unterschiedlich manifestieren, und sich das Krankheitsbild im Verlauf ändern kann, beträgt die Fehlerrate der anhand der Klinik gestellten Diagnose bis zu 34% (80). Aus diesem Grund sollte heute eine frühe und routinemäßige radiologische Untersuchung bei Patienten mit Verdacht auf Sigmadivertikulitis erfolgen (45, 71).

In den frühen 1980er Jahren, mit zunehmender Etablierung der CT als neues diagnostisches Verfahren im klinischen Alltag, wurden erste Studien durchgeführt, um den Nutzen dieser radiologischen Untersuchungsmodalität bei Patienten mit Verdacht auf Divertikulitis zu untersuchen, und mit anderen bis dahin für diese Erkrankung gebräuchlichen bildgebenden Verfahren zu vergleichen. Hulnick et al untersuchten 1984 erstmals im Rahmen einer Studie 43 Patienten mit Divertikulitis mittels CT. 37 dieser Patienten erhielten zusätzlich einen Kolonkontrasteinlauf. Es zeigte sich hier, dass der KE in 41% der Fälle die Ausdehnung des Krankheitsprozesses unterschätzte, die CT aber wichtige Informationen über die extramurale Ausdehnung und mögliche Komplikationen der Divertikulitis liefern konnte (33). Stefansson

et al untersuchten 1997 in einer prospektiven Studie 88 Patienten, von denen 52 an einer Divertikulitis erkrankt waren. Die Spezifität der CT in der Diagnostik der Divertikulitis lag bei 100%, die Sensitivität jedoch nur bei 69%. Er begründete die zahlreichen falsch-negativen Ergebnisse mit der Schwierigkeit, frühe Stadien einer Divertikulitis zu diagnostizieren, wenn nur wenige entzündliche Veränderungen im perikolischen Fettgewebe vorhanden sind (76). Eggesbö untersuchte in einer Studie 32 Patienten mit Verdacht auf Sigmadivertikulitis, bei 21 Patienten bestätigte sich die Verdachtsdiagnose. Er verglich die Wertigkeit der CT mit der der Sonographie und der des KE und kam zu dem Ergebnis, dass mittels der CT die Verdachtsdiagnose am besten erhärtet und das Ausmaß der Entzündung am besten bestimmt werden können (18). Auch für McKee ist die CT besser als der KE in der Diagnostik der Divertikulitis geeignet, da mit ihrer Hilfe Abszesse und die perikolische Entzündung am besten dargestellt werden können (50).

In den ersten Jahren der CT im klinischen Alltag gab es jedoch auch kritische Stimmen hinsichtlich der Wertigkeit der CT in der Diagnostik der Divertikulitis. Balthazar war der Meinung, dass die Darstellung diskreter pathologischer Veränderungen mittels CT oftmals mit Schwierigkeiten behaftet sei. So könnten sich intramural befindliche Mikroabszesse, Entzündungsformationen oder isodense infizierte Divertikel dem computertomographischen Nachweis entziehen (8). Dies konnten auch Ernst et al bei vier von 32 Patienten ihrer Studie, in welcher die Wertigkeit der CT in der Diagnostik der Sigmadivertikulitis untersucht wurde, beobachten (19). Auch könnten kleine Ansammlungen von fibrinös-eitrigem Exsudat mitunter nicht anhand der CT dargestellt werden (8). Doring erlangte zu dem Ergebnis, dass die CT auch bei leichten Formen eine zuverlässige Untersuchungsmethode ist, stellte jedoch fest, dass die Treffsicherheit der CT mit zunehmendem Fortschreiten der Erkrankung zunimmt: Darmwandverdickungen von 4-7 mm wurden in seiner Arbeit zu 78% richtig positiv diagnostiziert, bei Patienten mit einer Wandverdickung von über 10 mm lag die Quote bei 100% (17). McKee sieht einen Nachteil der CT in der unzureichenden Darstellung von Schleimhautdetails. Auch könnten nur minimale entzündliche Veränderungen mitunter nicht anhand der CT darzustellen sein (50).

Fortschritte in der CT-Technologie, und die damit einhergehende verbesserte Bildqualität, erlaubten es zunehmend, auch diskrete pathologische Veränderungen darzustellen, was zu einer immer zuverlässigeren Diagnose auch bei frühen Formen der Divertikulitis führte (15,

45). Rao et al errechneten in ihrer prospektiven Studie aus dem Jahr 1998 mit 150 Patienten für die CT eine Sensitivität von 97%, die Spezifität lag bei 100%, der positive Vorhersagewert bei 100% und der neg. Vorhersagewert bei 98% (65). Eine weitere prospektive Studie von Ambrosetti et al aus dem Jahr 2000 mit 420 Patienten ergab eine Sensitivität der CT in der Diagnostik der Divertikulitis von 98%. Die Sensitivitätsberechnung schloss 136 Patienten ein. 130 Patienten wurden richtig-positiv erkannt, vier falsch-positiv und zwei falsch-negativ (4). Für Kircher stellt die CT eine Möglichkeit dar, mit der eine Divertikulitis mit 99%iger Gesamtgenauigkeit diagnostiziert werden kann (40).

Einige Autoren errechneten für die Sonographie in der Diagnostik der Sigmadivertikulitis ähnlich gute Sensitivitäten und Spezifitäten wie für die CT (20, 52, 63). Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die Sonographie insbesondere im Rahmen der Primärdiagnostik und zur Verlaufskontrolle gut geeignet sei. In der Literatur wird jedoch auch mehrfach auf die Nachteile dieses radiologischen Verfahrens hingewiesen: Komplikationen wie gedeckte Perforationen seien mittels Sonographie nicht sicher darstellbar. Das kleine Becken und der rektosigmoidale Übergang seien sonographisch oftmals schlecht zugänglich (38). Bei adipösen Patienten oder deutlichem Meteorismus können sich auch ausgedehnte Entzündungen dem Nachweis mittels Ultraschall entziehen. Auch Fistelbildungen lassen sich sonographisch nur schwer darstellen (22, 61, 71). Mehrere Autoren favorisieren deshalb die CT in der Diagnostik der Divertikulitis – insbesondere in der Darstellung von Komplikationen sei dieses Verfahren der Sonographie überlegen (9, 52, 64, 65).

Goldstandard zur Beurteilung der Richtigkeit der Diagnose

Um die Genauigkeit der CT in der Diagnostik der einzelnen Stadien der Sigmadivertikulitis beurteilen zu können, bedarf es einer Referenz, die den Befund des Radiologen bestätigen oder widerlegen kann. Studien, die sich bisher mit diesem Thema beschäftigten, unterschieden sich zum Teil in ihrem verwendeten Referenzstandard. In einigen Arbeiten bestand dieser aus der endgültigen Diagnose, die sich aus dem Vorhandensein typischer Symptome und Laborparameter ergab, einer Nachbeobachtungsperiode, die ohne Hinweise auf das Vorliegen einer anderen abdominalen Erkrankung blieb, und der Darstellung von Divertikeln im Sigma mittels Kolonkontrasteinlauf oder Koloskopie (12, 18, 63, 76). Werner

et al basierten die endgültige Diagnose auf operativen und histologischen Befunden bei 49 ihrer insgesamt 120 Patienten. Bei den übrigen 71 Patienten beruhte die endgültige Diagnose auf den Ergebnissen anderer radiologischer Untersuchungen zusammen mit Laborparametern und dem klinischen Verlauf (84). Rao et al korrelierten in ihrer Arbeit die CT-Befunde bei allen 150 Patienten mit dem klinischen Verlauf, bei 41 Patienten diente hierzu noch zusätzlich der histologische Befund (65). Eggesbö verglich die CT-Befunde mit den klinischen und operativen Befunden sowie mit Laborparametern (18). Bei Stefansson basierte die endgültige Diagnose auf den Befunden einer durchgeführten Laparoskopie, den CT-Befunden sowie dem Ergebnis eines Bariumeinlaufs, jeweils in Kombination mit dem Vorliegen erhöhter Laborwerte (76). Andere Studien verwendeten als Referenzstandard ausschließlich den histopathologischen Befund (3, 4, 19, 33).

Bezüglich Kennzahlen der CT in der Diagnostik der einzelnen Typen der Sigmadivertikulitis existieren weniger Daten, bisherige Arbeiten aber haben einer CT-basierten Stadieneinteilung einen hohen Stellenwert eingeräumt: Classen fand für die Diagnose des Stadiums IIA mittels CT eine Sensitivität von 92,6%, der PPV lag bei 92,2%. Für das Stadium IIB lag die Sensitivität nur bei 39,9%, die Spezifität bei 81,5%. Die Berechnung des PPV für dieses Stadium ergab einen Wert von 93,8%. Er kam zu dem Ergebnis, dass die Stadien der Divertikulose und der unkomplizierten Divertikulitis zuverlässig gegen die akut komplizierten Stadien abgegrenzt werden können (13). Lohrmann et al verglichen die CT-Befunde von 30 Patienten mit perforierter Divertikulitis mit den intraoperativen und histopathologischen Befunden. Bei 28 der 30 Patienten gelang mittels CT eine korrekte Stadieneinteilung anhand der Hinchey-Klassifikation. Je ein Patient mit Stadium III bzw. IV wurde anhand der CT um ein Hinchey-Stadium zu niedrig eingestuft (48). In einer Studie von Farag Soliman et al wurde anhand computertomographischer Bilder die Diagnose einer akuten Divertikulitis bei 42 von 43 Patienten mit durch Operation oder klinischen Verlauf bestätigter Divertikulitis korrekt erkannt. Bei einem Patienten wurde mittels CT eine Divertikulose ohne Divertikulitis diagnostiziert (20). Ritz et al gingen in ihrer Arbeit der Frage nach, wie gut die prätherapeutische Stadieneinteilung mittels CT unter Verwendung der Hansen und Stock-Klassifikation gelingt. Die Auswertung ihrer Daten zeigte, dass bei Patienten mit Stadium IIA (n=75) eine Übereinstimmung mit dem histopathologischen Befund nur bei etwa der Hälfte

der Patienten vorlag; bei nahezu jedem dritten Patienten kam es seitens der CT zu einer Überbewertung des Erkrankungsstadiums. Die Übereinstimmung bei Vorliegen eines Stadiums IIB lag bei 90%, bei Vorliegen einer freien Perforation bei 100% (68).

Auch in dieser Arbeit fand sich eine 100%ige Konkordanz für das Stadium IIC: bei fünf Patienten mit intraoperativ und histologisch verifizierter freier Perforation wurde anhand der CT ebenfalls Stadium IIC diagnostiziert. Charakteristisches Zeichen dieses Stadiums in der CT ist das Vorhandensein von freier Luft und/oder Flüssigkeit, welche mittels CT in aller Regel eindeutig nachweisbar sind, so dass die Diagnose einer freien Perforation zuverlässig gestellt werden kann. Die in dieser Arbeit errechneten statistischen Wahrscheinlichkeiten für Stadium IIC lagen alle bei 100%; dies deckt sich mit den Ergebnissen anderer Studien, die ebenfalls eine sehr gute Übereinstimmung des computertomographischen und des histopathologischen Befundes für Stadium IIC errechneten (35, 48, 68).

Die Genauigkeit der CT in der Diagnostik von Komplikationen wurde bislang in mehreren Studien untersucht: Ernst et al berechneten für die Identifikation von Abszessen anhand der CT eine Sensitivität von 100%, für den Nachweis gedeckter Perforationen lag die Sensitivität bei 76,5% (19). Labs et al konnten in ihrer Arbeit Abszesse ebenfalls mit einer Sensitivität von 100% nachweisen (42). In einer Studie von Lohrmann et al konnten mittels CT von 23 intraoperativ/histopathologisch verifizierten Abszessen 21 Abszesse dargestellt werden. Drei gedeckte Perforationen wurden anhand der CT korrekt diagnostiziert (48). Bei Farag Soliman konnten acht histopathologisch/intraoperativ verifizierte gedeckte Perforationen und sieben histopathologisch/intraoperativ bestätigte Abszesse anhand der CT korrekt dargestellt werden (20). In einer Studie von Werner et al wurden 12 intraoperativ bestätigte Abszesse sowie 27 gedeckte Perforationen anhand der CT-Bilder richtig diagnostiziert. In zwei Fällen war die CT-Diagnose gedeckte Perforation falsch positiv, falsch negative Ergebnisse gab es für diese Komplikation nicht (84). In einer Studie von Ritz lagen alle vier berechneten statistischen Werte für Stadium IIB über 90% (68).

Einige Autoren sind der Meinung, dass eine Perforation oftmals sowohl klinisch als auch radiologisch nicht einfach zu diagnostizieren ist: mitunter seien die Symptome unspezifisch, und auch extraluminale Luft oder extraluminale Kontrastmittel finde sich radiologisch nicht bei allen betroffenen Patienten (49, 51). Niedrige Sensitivitäten für Stadium IIB, wie sie z.B.

Classen et al errechneten (13), könnten sich auch durch den Zeitabstand zwischen der CT-Untersuchung und der Operation erklären, in dieser Zeit können z.B. Abszesse an Ausmaß zunehmen.

Wie bereits erwähnt, wurde in dieser Arbeit bei zehn Patienten anhand von CT-Bildern Stadium IIA diagnostiziert, histopathologisch und auch intraoperativ lag jedoch Stadium IIB vor, die CT führte in diesen Fällen somit zu einer Unterbewertung des Entzündungsausmaßes. Dies konnten auch Jurowich et al in einer Studie beobachten: im Gegensatz zu den Stadien IIB und IIC, für welche eine hohe Übereinstimmung mit dem histopathologischen Ergebnis vorlag, wurde Stadium IIA nur bei etwa einem Drittel der Patienten computertomographisch korrekt diagnostiziert. Bei 44 von 112 Patienten mit prätherapeutisch diagnostiziertem Stadium IIA fanden sich in der histopathologischen Untersuchung Zeichen einer gedeckten Perforation, so dass es in diesen Fällen zu einer Unterschätzung des Befundes anhand der CT-Bilder kam (35). In anderen Studien wurde jedoch genau das Gegenteil festgestellt, nämlich, dass es beim phlegmonösen Typ IIA häufiger zu einer Überbewertung seitens der CT kommt: in einer Studie von Ritz et al war dies bei etwa jedem dritten Patienten mit CT-Stadium IIA der Fall. Sie stellen deshalb die Frage, ob die phlegmonöse Form der Divertikulitis überhaupt als komplizierte Form angesehen werden sollte, da sich hier oftmals eine frühe und nahezu vollständige Rückbildung der Entzündungszeichen im histopathologischen Resektat zeige, und deshalb die CT oftmals zu einer Überbewertung des Entzündungsausmaßes führe (68). Auch bei Farag Soliman mit 43 Divertikulitis-Patienten wurde bei fünf Patienten anhand der CT dieses Erkrankungsstadium überbewertet (20). Kaiser et al kamen in ihrer Studie zu dem Ergebnis, dass die Mehrheit der Patienten mit phlegmonöser Divertikulitis konservativ behandelt werden kann; Patienten mit computertomographisch verifizierter gedeckter Perforation oder Abszess hingegen sollten aufgrund der hiermit einhergehenden hohen Komplikationsrate operativ versorgt werden (37). Dies unterstreicht, dass eine exakte prätherapeutische Differenzierung zwischen diesen beiden Divertikulitis-Formen hinsichtlich des therapeutischen Procederes von großer Relevanz ist.

In dieser Arbeit lagen die Sensitivität (83,3%) und Spezifität (83,5%) der CT in der Diagnostik der phlegmonösen Form in einem guten Bereich. Mit einem NPV von 98,6% liegt Stadium IIA nicht vor, wenn dieses Stadium anhand der CT nicht diagnostiziert wird. Der niedrige PPV

von 26,3% spricht jedoch dafür, dass die CT in der Darstellung und somit zuverlässigen Diagnostik dieses Typs Defizite aufweist: wird dieses Stadium anhand der CT diagnostiziert, so liegt es lediglich mit 26,3%iger Wahrscheinlichkeit auch vor.

Abbildung 4.1 zeigt als Beispiel einen Fall, bei dem ein radiologisch diagnostiziertes Stadium IIA histopathologisch als Stadium IIB klassifiziert wurde. Es zeigen sich eine Kolonwandverdickung sowie entzündliche Veränderungen im perikolischen Fettgewebe.

Abb. 4.1: CT-Stadium IIA, histopathologisch als IIB klassifiziert



Zur Wertigkeit der CT in der Diagnostik der akut unkomplizierten Form gibt es nur wenige Vergleichsdaten, da dieses Stadium per se keine Operationsindikation darstellt, und in den meisten bisherigen Studien nicht berücksichtigt wurde. Die akut unkomplizierte Form wurde in dieser Arbeit histologisch neunmal diagnostiziert, anhand der CT dreimal. Bei keinem Patienten, bei dem mittels CT Stadium I diagnostiziert wurde, kam der Pathologe auf ein hiervon abweichendes Stadium. Bei sechs Patienten kam es seitens des Radiologen zu einer Überbewertung des Entzündungsausmaßes im Sinne von zweimal IIA und viermal IIB. Dies könnte aus dem natürlichen Heilungsprozess oder dem Anschlagen der konservativen Therapie im Zeitintervall zwischen der CT-Untersuchung und der Operation resultieren, was zu einem Rückgang der entzündlichen Veränderungen führte, so dass im histopathologischen Präparat Zeichen eines weniger fortgeschrittenen Stadiums vorlagen. Gegen diese Annahme spricht, dass der intraoperative Befund ebenfalls, wie die CT, bei fünf Patienten das Vorliegen akut komplizierter Stadien zeigte, die in diesen Fällen auch mit den

jeweiligen CT-Stadien übereinstimmten. Die Spezifität der CT in der Diagnostik der akut unkomplizierten Form lag in dieser Arbeit, ebenso wie der PPV, bei 100%. Auch der NPV lag mit 93,2% in einem sehr guten Bereich. Allerdings wurden Patienten mit Stadium I nur in 33,3% der Fälle durch die CT richtig erkannt.

Die chronisch-rezidivierende Form der Sigmadivertikulitis wurde histopathologisch 22mal diagnostiziert. Bei 16 Patienten lag eine Übereinstimmung zwischen computertomographischem und histopathologischem Befund vor. Für Sheiman et al ist die Diagnose der chronischen-rezidivierenden Divertikulitis aufgrund ihrer unterschiedlichen klinischen Präsentation oftmals mit Schwierigkeiten verbunden: obgleich die CT das diagnostische Mittel der Wahl bei Patienten mit akuter Divertikulitis sei, empfiehlt er bei Patienten mit chronisch-rezidivierendem Verlauf einen Kolonkontrasteinlauf durchzuführen, da dieser typische pathologische Veränderungen dieses Stadiums, wie z.B. eine Stenose, deutlicher darstellen könne (73). Auch der Nachweis von Fisteln, die ebenfalls ein typischer Befund bei Patienten mit chronisch-rezidivierender Divertikulitis sind, kann computertomographisch mitunter schwierig sein (61). In einer Studie von Ernst et al konnten alle Fisteln mittels CT dargestellt werden (19), ebenso bei Lohrmann et al (48). In einer Arbeit von Labs aus dem Jahre 1988 wurden vorliegende Fisteln in 92% der Fälle anhand der CT dargestellt (42). In einer Studie von Werner et al wurde von drei operativ bestätigten Fisteln nur eine mittels CT identifiziert: in diesem Fall wurde eine fistulöse Verbindung zwischen dem Sigma und dem Uterus durch Nachweis rektal applizierten Kontrastmittels im Uteruskavum festgestellt. In den anderen beiden Fällen konnte die CT einen fünf Zentimeter langen parakolischen Fisteltrakt und eine drei Zentimeter lange Fistel zum Ileum nicht darstellen (84).

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen gute statistische Werte bezüglich der CT-Genauigkeit für Stadium III: die Sensitivität für die chronisch-rezidivierende Verlaufsform wurde mit 72,7% errechnet, die Spezifität lag bei 92,7%. Bei fünf Patienten mit radiologisch diagnostizierter rezidivierender Form wurde ein histologisch verifizierter akut komplizierter Typ, einmal Stadium IIA und viermal IIB, nicht anhand der CT erkannt: die Möglichkeit des Vorliegens einer akuten Form auf dem Boden einer chronisch-rezidivierenden Divertikulitis sollte nicht

unberücksichtigt bleiben, aus diesem Grund sollte bei Patienten mit Stadium III bei einem erneuten Schub ein Re-Staging erfolgen.

Akute vs. chronische Form

Die histopathologische Begutachtung ergab bei 69 Patienten das Vorliegen einer akuten Divertikulitis. Bei 22 Patienten fanden sich histologisch Zeichen einer chronisch-rezidivierenden Divertikulitis. Anhand der CT wurde 70mal die akute Form diagnostiziert, 21mal Stadium III. Die errechneten statistischen Werte zeigen, dass die CT mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von 92,7% ein spezifisches Verfahren zur Differenzierung zwischen der akuten und der chronischen Form ist.

CT vs. OP vs. Histopathologie

Bei 55 Patienten lag sowohl eine Übereinstimmung des CT-, als auch des intraoperativen und histologischen Befundes vor. Stadium I wurde einmal übereinstimmend genannt. Dieses Stadium stellt per se jedoch auch keine OP-Indikation dar. Patienten mit akut unkomplizierter Form, bei denen bestimmte Risikofaktoren vorliegen, können dennoch einer Operation unterzogen werden, um weitere akute Schübe und damit verbundene Komplikationen zu vermeiden.

Bei Stadium IIA zeigte sich in drei Fällen eine dreifache Übereinstimmung, histologisch lag dieses Stadium sechsmal vor. Stadium IIB wurde bei 34 Patienten übereinstimmend als solches befundet. Die Histologie bewertete 49 Resektate als IIB. Wie bei Vergleich CT-Histopathologie zeigt sich auch bei Gegenüberstellung CT vs. intraoperativer Befund bei Patienten mit Stadium IIB, dass es hierbei mehrfach zu einer Unterbewertung seitens der CT gekommen ist: bei elf Patienten, bei welchen anhand von CT-Bildern Stadium IIA diagnostiziert wurde, zeigten sich intraoperativ Zeichen einer gedeckten Perforation. Bei Stadium IIC lag eine 100%ige Übereinstimmung vor. Bei Stadium III, welches histologisch 22mal diagnostiziert wurde, lag eine Übereinstimmung bei zwölf Patienten vor.

Bei drei Patienten, bei denen sich keine Übereinstimmung zwischen dem CT-Befund und dem histologischen Ergebnis zeigte, konnten die CT-Befunde eindeutig einem bestimmten

Stadium zugeordnet werden, so dass das computertomographisch diagnostizierte Stadium als korrekt angesehen werden kann. Bei zwei Patienten ergab die CT das Vorliegen eines Stadiums IIB, histopathologisch wurde bei diesen Patienten je einmal Stadium I und Stadium III diagnostiziert. Bei einem Patienten zeigte die CT Stadium IIA, hier ergab die histopathologische Untersuchung Stadium I; bei allen drei Patienten stimmte das computertomographisch ermittelte Stadium mit dem intraoperativ diagnostizierten Stadium überein. In der Zeit zwischen der CT-Untersuchung und der Operation könnte es zwar zu einer Rückbildung der Entzündungszeichen gekommen sein, die Übereinstimmung zwischen CT- und intraoperativem Befund spricht jedoch eher dafür, dass es hier zu einer Fehldiagnose seitens des Pathologen gekommen ist, was z. B. an der Qualität der histopathologischen Aufarbeitung gelegen haben könnte.

Um der neuen Klassifikation (CDD) Rechnung zu tragen, wurde versucht, einen Vergleich auch zwischen der CDD und dem histopathologischen Befund vorzunehmen, es zeigte sich jedoch, dass dies aus mehreren Gründen nicht ohne Weiteres machbar ist: zum einen erfolgte die computertomographische Stadieneinteilung nach Hansen und Stock, die CDD unterscheidet sich jedoch in mehreren Punkten von dieser Klassifikation, so dass eine Übertragung der einzelnen Stadien von der einen zur anderen Klassifikation nicht ohne etwaige Abweichungen möglich ist. Zum anderen erfolgte die histopathologische Begutachtung nicht nach der Hansen und Stock-Klassifikation; es wurde hierzu ein dieser Klassifikation analoger Score entwickelt, der einen Vergleich der einzelnen Stadien jeweils ermöglichte. Es stellte sich bei Betrachtung der histopathologischen Befunde heraus, dass die Angaben hier für einen Vergleich CDD-Histopathologie nicht detailliert genug waren, so fanden sich z. B. bei Vorliegen eines Abszesses keine näheren Informationen diesbezüglich, sodass eine Unterscheidung in Typ 2a bzw. 2b nicht möglich gewesen wäre. Auch eine Differenzierung innerhalb der drei Subtypen der chronischen Divertikelkrankheit war anhand der histopathologischen Befunde nicht eindeutig möglich. Somit erschien ein Vergleich der Daten anhand der CDD als nicht sinnvoll und aufschlussreich, so dass auf diesen Punkt verzichtet wurde.

4.2 Stadieneinteilung

Die Sigmadivertikulitis ist eine Erkrankung, die sich in unterschiedlichen Formen präsentieren kann. Diese lassen sich anhand verschiedener Parameter, wie Klinik oder Bildgebung, definieren. Um das richtige therapeutische Vorgehen festlegen zu können, ist ein exaktes prätherapeutisches Staging unerlässlich (16, 68). Erste Klassifikationen diesbezüglich entstanden vor Etablierung radiologischer Verfahren in das diagnostische Procedere bei Patienten mit Verdacht auf Sigmadivertikulitis und gründeten sich vor allem auf die klinische Symptomatik (79, 81, 85) oder den intraoperativen Befund (29, 32); hinsichtlich einer Therapieplanung sind diese Klassifikationen folglich nur bedingt geeignet. Ein weiterer Nachteil war, dass oftmals nicht die gesamte Bandbreite der möglichen Divertikulitisformen in die Stadieneinteilung mit einbezogen wurde, und auch die Einordnung und Beurteilung der Schweregrade innerhalb dieser Stadieneinteilungen oftmals variierte (25, 51). Die häufig verwendete Klassifikation von Hinchey aus dem Jahr 1978 berücksichtigt lediglich die perforierten Stadien (29); um weiteren möglichen Erscheinungsformen der Sigmadivertikulitis Rechnung zu tragen, wurde diese Klassifikation in den letzten Jahren mehrfach modifiziert (41, 74, 75, 83). Mit Etablierung der CT in die klinische Routine gingen einige Autoren dazu über, dieses radiologische Verfahren als Grundlage neuer Klassifikationen heranzuziehen. So stellten Neff und van Sonnenberg 1989 erstmals eine Stadieneinteilung vor, die auf computertomographischen Befunden basierte. Sie definieren Stadium 0 als auf die Kolonwand beschränkte Entzündung, die Stadien I bis III beschreiben die Ausdehnung von Abszessen, Stadium IV steht für das Vorliegen einer generalisierten Peritonitis/Perforation (55). Eine weitere Klassifikation, die auf CT-Befunden basierte, stammt von Ernst et al aus dem Jahr 1996: hier wird die Divertikulitis in vier Stadien eingeteilt: Stadium 1 entspricht dem Vorliegen von Divertikeln, einer Wand- oder Fasziaverdickung sowie Flüssigkeitseinlagerungen im Bereich der Mesenterialwurzel. Bei Patienten mit Stadium 2 finden sich eine perikolische Entzündung und eine gedeckte Perforation. Liegt ein Abszess oder eine Fistel vor, entspricht dies Stadium 3. Bei Stadium 4 findet man eine freie Perforation mit Peritonitis (19). Ambrosetti unterschied in seiner auf CT-Befunden basierenden Stadieneinteilung aus dem Jahr 1992 zwischen einer moderaten und einer schweren Divertikulitis. Erstere zeichnet sich durch eine Wandverdickung von

mehr als fünf Millimetern und einer gleichzeitig vorliegenden Entzündung des perikolischen Fettgewebes aus. Bei einer schweren Divertikulitis findet sich zusätzlich ein Abszess mit oder ohne Nachweis von extraluminale Luft oder extraluminalem Kontrastmittel (5). Die von Hansen und Stock im Jahr 1999 vorgeschlagene Klassifikation berücksichtigt im Gegensatz zu anderen bisher gebräuchlichen Klassifikation neben den akut komplizierten Stadien (hier: Stadium IIA, IIB, IIC) auch weitere mögliche Erscheinungsformen, wie die asymptomatische Divertikulose (Stadium 0), die akut unkomplizierte Divertikulitis (Stadium I) sowie die chronisch-rezidivierende Form (Stadium III) (28). Besonderheit der Hansen und Stock-Klassifikation ist, dass die phlegmonöse Divertikulitis als komplizierte Form betrachtet wird, was sich nur zum Teil mit anderen Lehrmeinungen deckt: einige Autoren betrachten eine ausgeprägte Peridivertikulitis als kompliziert (16, 25, 28), anderen Lehrmeinungen zufolge ist die phlegmonöse Form nicht als kompliziert zu werten, da dieser Typ oftmals eine frühe und fast vollständige Regression der Entzündung unter konservativer Therapie zeigt (31, 68). Dies ist insofern von Relevanz, dass sich, je nach verwendeter Klassifikation und der damit uneinheitlichen Einordnung als kompliziert oder unkompliziert, die Art der Therapie bei Patienten mit phlegmonöser Divertikulitis unterscheiden kann.

4.3 Diagnostische Zeichen der Sigmadivertikulitis in der CT

Computertomographische Zeichen, die für die Diagnose Sigmadivertikulitis sprechen, fanden bislang in zahlreichen Studien Erwähnung (3, 4, 5, 12, 17, 19, 20, 33, 40, 42, 47). Die am häufigsten genannten Merkmale, die man bei dieser Erkrankung findet, sind eine durch ödematöse Schwellung der Kolonwand hervorgerufene Darmwandverdickung über vier Millimeter (47) bzw. über fünf Millimeter (3, 4, 5, 12, 19), sowie eine entzündliche Infiltration des perikolischen Fettgewebes (19, 33, 42). Für Rhea stellen diese Zeichen die sensitivsten diagnostischen Kriterien dar (65, 67), Chintapalli sieht ein streifig entzündlich infiltriertes Fettgewebe als sicherstes Zeichen einer Divertikulitis an (11). Diese Befunde sind jedoch nicht als pathognomonisch für eine Divertikulitis zu werten (17), sondern können auch bei M. Crohn, ischämischer Kolitis oder radiogenen Veränderungen beobachtet werden (12, 39, 47). Im entzündeten Darmabschnitt ist die Kontrastmittelaufnahme verstärkt, die

Schleimhaut zeigt eine sägezahnartige Konturierung. Bei den meisten betroffenen Patienten lassen sich Divertikel nachweisen. Eine hohe Spezifität hat der Nachweis eines entzündeten Divertikels, welches sich in der CT als rundliche, parakolische Ausbuchtung darstellt, und oftmals im Zentrum des Entzündungsprozesses gefunden wird (64). Das sogenannte „Arrowhead-Zeichen“, welches einem mit Kontrastmittel gefüllten geschwollenen Divertikelhals entspricht, konnte Rao in seiner Arbeit 1998 bei lediglich 27% der an einer Divertikulitis erkrankten Patienten nachweisen, fand für dieses Zeichen aber eine Spezifität von 100% (65). Bei Vorliegen von kolovesikalen Fisteln, welche die häufigste Fistelform darstellen (10), oder Fisteln zwischen Colon und Uterus, kann Luft im Bereich der Harnblase (ohne vorherige Katheterisierung), und/oder im Bereich des Uterus darstellbar sein. Bei Vorliegen einer gedeckten Perforation lässt sich im perikolischen Fettgewebe Luft oder Kontrastmittel nachweisen, bei freier Perforation in der Peritonealhöhle. Ein Abszess stellt sich in der CT als homogene Flüssigkeitsansammlung mit hypodensem Zentrum und einem hypervaskularisierten, Kontrastmittel aufnehmenden Randsaum dar (84). Durch den inflammatorischen Prozess kann es zur Bildung eines entzündlichen Exsudates kommen, welches unter anderem um das betroffene Darmsegment oder im Douglasraum vorzufinden sein kann (70). Die für diese Arbeit verwendete Hansen und Stock-Klassifikation verwendet als Kriterien zur Stadieneinteilung die in der Literatur am häufigsten genannten Merkmale: Stadium 0 entspricht dem klinisch asymptomatischen Stadium der Divertikulose und ist gekennzeichnet durch das Vorhandensein reizloser Divertikel des Kolons, die häufig als Zufallsbefund diagnostiziert werden. Im Stadium I findet sich eine umschriebene Darmwandverdickung, mitunter ist aber auch kein pathologischer Befund in der CT zu erheben. Stadium IIA weist in der CT eine Entzündungsreaktion im perikolischen Fettgewebe auf, die sich als Dichteanhebung darstellt. Bei Stadium IIB sind in der CT extraluminale Gaseinschlüsse und/oder eine Abszessbildung nachweisbar. Liegt eine freie Perforation vor, findet sich in der CT freie Flüssigkeit und/oder freie Luft. Stadium III ist gekennzeichnet durch das Vorhandensein einer Fibrose, von Stenosen oder Fisteln (28).

4.4 Einfluss der CT-Durchführung

Ein einheitliches Schema zum Protokoll der CT-Untersuchung bei Patienten mit Verdacht auf Sigmadivertikulitis liegt nicht vor (64, 70). Auf die Bedeutung rektal applizierten Kontrastmittels wurde jedoch schon mehrfach hingewiesen (12, 34, 42, 55, 64): dies ermögliche eine schnelle und anhaltende intraluminale Kontrastierung, sodass sich eine mögliche Darmperforation nachweisen lässt. Auch das für eine Divertikulitis typische „Arrowhead-Zeichen“ komme so besser zur Darstellung. Durch die Lumendistension kann eine entzündliche Wandverdickung von einer Wandverdickung, der eine Muskelhypertrophie zugrunde liegt, differenziert werden. Auch eine durch Schwellung der Kolonwand hervorgerufene Stenose des betroffenen Darmabschnittes wird durch eine intraluminale Kontrastierung deutlich sichtbar gemacht (64, 65, 70). Rao et al kamen in ihrer Arbeit zu dem Ergebnis, dass die alleinige rektale Kontrastmittelgabe mit einer Gesamtgenauigkeit von 99% genüge, um das Vorliegen einer Divertikulitis bestätigen oder ausschließen zu können (65).

Um das Kontrastverhalten parenchymatöser Organe und Strukturen des Abdomens und Beckens besser beurteilen zu können, wird Kontrastmittel intravenös appliziert. Hiermit können andere, außerhalb des Kolons befindliche Pathologien, welche das Vorliegen einer Divertikulitis vortäuschen können, identifiziert werden (84).

Orales Kontrastmittel wird zur Darstellung von Dünndarmschlingen gegeben, um eventuell hier vorliegende Pathologien, welche ebenfalls Symptome, die bei Patienten mit Divertikulitis auftreten, imitieren können, sichtbar zu machen (45, 70). Einige Autoren applizieren deshalb Kontrastmittel intravenös und oral (19, 27, 33).

Auch Eggesbö verwendete in seiner Arbeit Kontrastmittel intravenös und oral, für ihn erwies sich intravenös gegebenes Kontrastmittel als nicht hilfreich in der Darstellung typischer Divertikulitiszeichen in der CT (18). Ambrosetti applizierte Kontrastmittel rektal und oral, ebenso Labs et al (4, 42). Werner et al favorisierten die zusätzliche Applikation von intravenösem Kontrastmittel zu rektalem KM: eine KM-Anreicherung unterstütze die Visualisierung von Schleimhautdetails und erleichtere so das Auffinden einer gedeckten Perforation. Auch ist er der Meinung, intravenöses Kontrastmittel sei erforderlich, um eine ausreichende Darstellung extrakolischer Veränderungen zu erhalten (84). Bei Farag Soliman

und Lohrmann wurde jeweils Kontrastmittel intravenös und rektal appliziert (20, 48). Eine zusätzliche orale Kontrastmittelgabe erfolgte nur bei Lohrmann. Bei Ritz et al wurde Kontrastmittel oral, intravenös und rektal gegeben (68).

4.5 Einfluss des Zeitintervalles CT - OP auf die Ergebnisse

Um den Einfluss des Zeitintervalls zwischen der CT-Untersuchung und der Operation zu bestimmen, wurde dieses jeweils für die Fälle mit Übereinstimmung des CT- und des histopathologischen Stadiums sowie für die Patienten, bei denen die diagnostizierten Stadien voneinander abwichen, verglichen. Der durchschnittliche Zeitabstand zwischen der CT-Untersuchung und der Operation lag bei 17,75 Tagen. Das längste Intervall betrug 182 Tage, das kürzeste 0 Tage. Der Median lag bei 9 Tagen. Da der durchgeführte Kolmogorov-Smirnow-Test eine Normalverteilung der Daten ablehnte, wurde der Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben zur statistischen Auswertung herangezogen. Dieser war mit einem p-Wert von 0,882 nicht signifikant. In einem weiteren Schritt wurde das Ergebnis hinsichtlich eines CT-OP-Abstandes von mehr bzw. weniger als zehn Tagen untersucht; auch hier zeigte sich, dass sich die Zahl der Übereinstimmungen/Nicht-Übereinstimmungen in den beiden Gruppen nicht signifikant unterscheidet, bei einem p-Wert von 0,472 (Fisher's exact test).

Inwieweit der Zeitabstand zwischen der CT-Untersuchung und der Operation bei Patienten mit Sigmadivertikulitis bezüglich der Übereinstimmung des computertomographischen und histopathologischen Stadiums eine Rolle spielt, ist noch nicht hinreichend untersucht. Zum einen können zum Zeitpunkt der CT-Untersuchung vorliegende diskrete Entzündungszeichen anhand der CT (noch) nicht darstellbar sein. Nicht visualisierbare Abszesse zum Beispiel können im weiteren Zeitverlauf zunehmend einschmelzen und somit erst intraoperativ oder durch den Pathologen nachweisbar sein (13). Andererseits kann sich eine akute Entzündung unter konservativer Therapie oder durch den natürlichen Heilungsprozess deutlich zurückbilden, so dass sich intraoperativ bzw. histopathologisch Zeichen eines weniger fortgeschrittenen Stadiums als zum Zeitpunkt der CT zeigen. Dies ist naturgemäß

insbesondere bei milderer Formen häufig der Fall, was auch Holmer et al in einer Studie bestätigen konnten (31).

4.6 Zwischenbeobachter-Korrelation

Betrachtet man die einzelnen Stadien, so zeigt sich für Stadium IIC, welches histopathologisch/intraoperativ fünfmal diagnostiziert wurde, eine Übereinstimmung bei vier Patienten. Je einmal diagnostizierte ein Radiologe stattdessen IIB. Bei Stadium I lag lediglich bei drei von neun histologisch diagnostizierten akut unkomplizierten Stadien eine Übereinstimmung vor. Interessanterweise waren sich beide Radiologen bei 16 Patienten einig, dass Stadium IIA vorliegt, obwohl diese Form histopathologisch lediglich sechsmal diagnostiziert wurde. Insgesamt dreizehnmal wertete ein Radiologe die Befunde als Stadium IIA, der Kollege als Stadium IIB. Es zeigte sich also auch hier, genau wie bei dem Vergleich der CT mit der Histopathologie, dass zwischen Stadium IIA und IIB anhand von CT-Bildern nicht immer eindeutig differenziert werden kann. Bei Stadium IIB zeigte sich Uneinigkeit nur innerhalb der akut komplizierten Formen. 32mal wurde dieses Stadium übereinstimmend befundet. Je einmal diagnostizierte ein Radiologe stattdessen Stadium IIC. Bei drei Patienten wertete der erstbefundende Radiologe die CT-Bilder als Stadium IIA, zehnmal diagnostizierte der Zweitbefunder IIA. Die chronisch-rezidivierende Form wurde bei zehn Patienten von beiden Radiologen als solche diagnostiziert. Hier sah nur der zweitbefundende Radiologe ein anderes Stadium in den CT-Bildern, sechsmal wertete er diese als akut unkomplizierte Form, fünfmal als Stadium IIA.

Der Kappa-Wert dieser Arbeit bezüglich der Ergebnisse der Zwischenbeobachter-Korrelation lag mit 0,598 nach Altman et al in einem Bereich mäßiger Übereinstimmung (2). Verwendet man die Richtlinien nach Fleiss, lag der Wert in einem Bereich akzeptabler Übereinstimmung, allerdings nahe an der Grenze zur guten Übereinstimmung, welche ab einem Kappa-Wert von 0,60 vorliegen würde (23). Der errechnete Korrelationskoeffizient betrug 0,358 (Spearman's-Rho); dies entspricht einer mäßigen Übereinstimmung (p -Wert $< 0,0001$, Konfidenzintervall = [0,470; 0,730]). In der Interpretation dieser Ergebnisse muss beachtet werden, dass eine gleiche Einstufung der CT-Bilder durch beide Radiologen nicht

bedeutet, dass ihr Befund auch richtig ist: wie sich bei Stadium IIA gezeigt hat, können beide Radiologen übereinstimmend zu einem falschen Befund kommen, so dass zwar eine Übereinstimmung untereinander gegeben ist, diese jedoch mit dem histopathologischen Ergebnis, also dem tatsächlich vorliegenden Stadium, nicht übereinstimmt.

5. Zusammenfassung

Die CT gilt heute als Mittel der Wahl in der Diagnostik der Sigmadivertikulitis (3, 27, 80). Doch wie genau dieses radiologische Verfahren das tatsächliche Entzündungsausmaß, und somit die verschiedenen Formen dieser Erkrankung abbilden kann, ist bislang nicht hinreichend untersucht. Um dieser Fragestellung nachzugehen, wurde in dieser Arbeit das anhand der Hansen und Stock-Klassifikation computertomographisch diagnostizierte Stadium bei Patienten mit Sigmadivertikulitis mit dem intraoperativen und histopathologischen Befund verglichen. Es wurden die Daten von 91 Patienten ausgewertet. Bei 64 Patienten lag eine Übereinstimmung des computertomographisch und histopathologisch bestimmten Stadiums vor. Bei 27 Patienten wichen die diagnostizierten Stadien voneinander ab. Für das Stadium IIC zeigte sich eine 100%ige Übereinstimmung, auch die statistischen Wahrscheinlichkeiten Sensitivität, Spezifität, PPV und NPV lagen bei jeweils 100%. Die computertomographische Differenzierung der beiden anderen akut komplizierten Stadien IIA und IIB gelingt jedoch nicht immer: so wurde bei zehn Patienten mit histologisch verifiziertem Stadium IIB anhand der CT Stadium IIA diagnostiziert, das Entzündungsausmaß wurde demnach durch die CT unterschätzt.

Auch die Sensitivität für Stadium I mit einem Wert von 33,3% sowie der PPV für das phlegmonöse Stadium mit einem Wert von 26,3% zeigen diagnostische Unsicherheiten der CT auf. Die übrigen statistischen Werte lagen jedoch alle in einem guten Bereich, so dass insgesamt geschlossen werden kann, dass die CT ein zuverlässiges Verfahren in der Differenzierung der einzelnen Typen der Sigmadivertikulitis darstellt. Freie Perforationen lassen sich sicher nachweisen oder ausschließen. Komplikationen wie Abszesse können mit hoher Wahrscheinlichkeit diagnostiziert werden. Akute Verläufe können von chronisch-rezidivierenden Verlaufsformen abgegrenzt werden. Die CT ist folglich in der Lage, typische

pathologische Veränderungen, die bei Patienten mit Sigmadivertikulitis vorliegen, darzustellen. Deshalb sollte bei Patienten mit Sigmadivertikulitis eine CT durchgeführt werden, da mit ihrer Hilfe das Entzündungsausmaß ermittelt, und eine adäquate stadiengerechte Therapie eingeleitet werden kann.

Bei allem technischen Fortschritt der hierzu beiträgt, darf jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass eine korrekte Einstufung des Entzündungsausmaßes anhand von CT-Bildern durch einen Radiologen/eine Radiologin erfolgt, und nur durch eine exakte Befundung seinerseits/ihrerseits die richtige Therapie bzw. das richtige weitere Procedere ermöglicht werden.

6. Literaturverzeichnis

1. Almy TP, Howell DA (1980); Diverticular disease of the colon. NEJM 302: 325-331
2. Altman DG (1991); Practical Statistics for Medical Research. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton
3. Ambrosetti P, Grossholz M, Becker C, Terrier F, Morel Ph (1997); Computed tomography in acute left colonic diverticulitis. Br. J. Surg. 84: 532-534
4. Ambrosetti P, Jenny A, Becker C, Terrier TF, Morel P (2000); Acute left colonic diverticulitis – compared performance of computed tomography and water-soluble contrast enema: prospective evaluation of 420 patients. Dis Colon Rectum 43(10): 1363-1367
5. Ambrosetti P, Robert J, Witzig JA, Mirescu D, de Gautard R, Borst F, Meyer P, Rohner A (1992); Prognostic factors from computed tomography in acute left colonic diverticulitis. Br. J. Surg. 79: 117-119
6. Ambrosetti P (2008); Acute Diverticulitis of the Left Colon: Value of the Initial CT and Timing of Elective Colectomy. J Gastrointest Surg 12: 1318-1320
7. Baker M (2008); Imaging and Interventional Techniques in Acute Left-sided Diverticulitis. J Gastrointest Surg 12: 1314-1317
8. Balthazar E, Megibow A, Schinella R, Gordon R (1989); Limitations in the CT Diagnosis of Acute Diverticulitis: Comparison of CT, Contrast Enema, and Pathologic Findings in 16 Patients. AJR 154: 281-285
9. Brengman ML, Otchy (1998), Timing of computed tomography in acute diverticulitis. Dis Colon Rectum 41: 1023-1028
10. Buckley O, Geoghegan T, O'Riordain DS, Lyburn ID, Torreggiani WC (2004); Computed tomography in the imaging of colonic diverticulitis. Clin Radiol 59: 977-983

11. Chintapalli KN, Chopra S, Ghiatas AA, Esola CC, Fields SF, Dodd GD (1999);
Diverticulitis versus colon cancer: differentiation with helical CT findings. *Radiology*
210: 429-435
12. Cho KC, Morehouse HT, Alterman DD, Thornhill BA (1990); Sigmoid diverticulitis:
diagnostic role of CT – comparison with barium enema studies. *Radiology* 176: 111-
115
13. Classen H, Hansen O, Stock W (2001); Was leistet das CT bei der Stadieneinteilung der
Kolondivertikulitis? In: Schumpelick, Kasperk (Hrsg.): *Divertikulitis – Eine*
Standortbestimmung. Springer Verlag; S. 192
14. Comparato G, Di Mario F (2008); Recurrent Diverticulitis. *J Clin Gastroenterol* 42 (10):
1130-1134
15. De Stigter K, Keating D (2009); Imaging Update: Acute Colonic Diverticulitis. *Clin*
Colon Rectal Surg 22: 147-155
16. Detry R, Jamez J, Kartheuser A, Zech F, Vanheuverzwjin R, Hoang P, Kestens PJ (1989);
Acute localized diverticulitis: Optimum management requires accurate staging. *Int J*
Colorectal Dis 7(1): 38-42
17. Doringe E, Ferner R (1990); Computertomographie der Kolondivertikulitis. *Fortschr.*
Röntgenstr. 152(1) 76-79
18. Eggesbø HB, Jacobsen T, Kolmannskog F, Bay D, Nygaard K (1998); Diagnosis of acute
left-sided colonic diverticulitis by three radiological modalities. *Acta Radiologica* 39:
315-321
19. Ernst S, Wypior H-J, Stark V, Rath M (1996); Computertomographie der akuten
Sigmadivertikulitis. *Fortschr. Röntgenstrahl.* 162; 2: 102-107
20. Farag Soliman M, Wüster M, Sturm J, Werner A, Diehl SJ, Düber C, Post S (2004);
Primärdiagnostik der akuten Sigmadivertikulitis – Sonographie versus
Computertomographie, eine prospektive Studie. *Ultraschall in Med* 25: 342-347

21. Ferstl FJ, Obert R, Cordes M (2005); Computertomographische Diagnostik der akuten linksseitigen Kolondivertikulitis und ihre Differenzialdiagnosik. *Der Radiologe* 45: 597-607
22. Ferzoco LB, Raptopoulos V, Silen W (1998); Acute Diverticulitis. *NEJM* 338: 1521-1526
23. Fleiss JL, Levin B, Paik MC (2003); The measurement of Interrater Agreement, in *Statistical Methods for Rates and Proportions, Third Edition*, John Wiley & Sons
24. Frattini J, Longo W (2006); Diagnosis and Treatment of Chronic and Recurrent Diverticulitis. *J Clin Gastroenterol* 40, Supp.3: 145-149
25. Germer CT, Buhr HJ (2002); Sigmadivertikulitis – Operationsindikation und -zeitpunkt. *Der Chirurg* 73: 681-689
26. Gross V, Germer CT (2008); Divertikulose und Divertikulitis. *Dtsch Med Wochenschr* 133: 137-1446
27. Hachigan MP, Honickman S, Eisenstat TE, Rubin RJ, Salvati EP (1992); Computed tomography in the initial management of acute left-sided diverticulitis. *Dis Colon Rectum* 35 (12): 1123-1129
28. Hansen O, Stock W (1999); Prophylactic resection in diverticular disease – treatment by precise staging. *Langenbecks Arch Chir Kongressband* 116 (Suppl II): 1257-1260
29. Hinchey EJ, Schaal PG, Richards GK (1978); Treatment of perforated diverticular disease of the colon. *Adv Surg* 12: 85-109
30. Hohenberger W, Meyer Th (2001); Natürlicher Verlauf der Divertikulitis – eine Langzeitstudie. In: Schumpelick, Kasperk (Hrsg.): *Divertikulitis – Eine Standortbestimmung*. Springer Verlag; S. 151-157
31. Holmer C, Lehmann K, Engelmann S, Frericks B, Lodenkemper C, Buhr H, Ritz J-P (2010); Microscopic Findings in Sigmoid Diverticulitis- Changes after Conservative Therapy. *J Gastrointest Surg* 14: 812-817

32. Hughes ES, Cuthbertson AM, Carden AB (1963); The surgical management of acute diverticulitis. *Med J Aust* 50(1): 780-782
33. Hulnick DH, Megibow AJ, Balthazar EJ, Naidich DP, Bosniak MA (1984); Computed tomography in the evaluation of diverticulitis. *Radiology* 152: 491-495
34. Johnson CD, Baker ME, Rice RP, Silverman P, Thompson WM (1987); Diagnosis of acute colonic diverticulitis: comparison of barium enema and CT. *AJR* 148: 541-546
35. Jurowich C, Jellouschek S, Adamus R, Loose R, Kaiser A, Isbert C, Germer CT, von Rahden BHA (2011); How complicated is complicated diverticulitis? – phlegmonous diverticulitis revisited. *Int J Colorectal Dis* 26: 1609-1617
36. Kaewlai R, Nazinitsky KJ (2007); Acute colonic diverticulitis in a community-based hospital: CT evaluation in 138 patients. *Emerg Radiol* 13(4): 171-179
37. Kaiser AM, Jiang JK, Lake JP, Ault G, Artinyan A, Gonzalez-Ruiz C, Essani R, Beart RW (2005); The management of complicated diverticulitis and the role of computed tomography. *Am J Gastroenterol* 100: 910-917
38. Kersting S, Geiss-Tönshoff M, Schürmann G (2007); Diagnostik der Sigmadivertikulitis - was braucht der Chirurg wirklich? *Viszeralchirurgie* 42: 259-268
39. Kim AY, Bennett GL, Bashist B, Perlman B, Megibow AJ (1998); Small bowel obstruction associated with sigmoid diverticulitis: CT evaluation in 16 patients. *AJR* 170: 1311-1313
40. Kircher M, Rhea J, Kihiczak D, Novelline R (2002); Frequency, Sensitivity, and Specificity of Individual Signs of Diverticulitis on Thin-Section Helical CT with Colonic Contrast Material: Experience with 312 cases. *AJR* 178: 1313-1318
41. Kohler L, Sauerland S, Neugebauer E (1999); Diagnosis and treatment of diverticular disease: results of a consensus development conference. The Scientific Committee of the European Association for Endoscopic Surgery. *Surg Endoscop* 13: 430-436

42. Labs J, Sarr M, Fishman E, Siegelman S, Cameron J (1988); Complications of Acute Diverticulitis of the Colon: Improved Early Diagnosis With Computerized Tomography. *AJS* 155: 331-335
43. Lameris W, van Randen A, Bipat S, Bossuyt P, Boermeester M, Stoker J (2008); Graded compression ultrasonography and computed tomography in acute colonic diverticulitis: Meta-analysis and test accuracy. *Eur Radiol* 18: 2498-2511
44. Lammers BJ, Schumpelick V, Röher HD (2002); Standards in der Diagnostik der Divertikulitis. *Der Chirurg* 73: 670-674
45. Lawrimore T, Rhea JT (2004); Computed Tomography Evaluation of Diverticulitis. *J Intensive Care Med* 19: 194-204
46. Leifeld L, Germer CT, Böhm S, Dumoulin F, Häuser W, Kreis M, Labenz J, Lembcke B, Post S, Reinshagen M, Ritz JP, Sauerbruch T, Wedel T, von Rahden B, Kruis W (2014); Sk2 Leitlinie Divertikelkrankheit/Divertikulitis
47. Lieberman J, Haaga J (1983); Computed Tomography of Diverticulitis. *J Comput Assist Tomogr* 7(3): 431-433
48. Lohrmann C, Ghanem N, Pache G, Makowiec F, Kotter E, Langer M (2005); CT in acute perforated sigmoid diverticulitis. *EJR* 56: 78-83
49. Maniatis V et al (2000); Perforation of the alimentary tract: evaluation with computed tomography. *Abdom Imaging* 25: 373-379
50. Mc Kee RF, Deignan RW, Krukowski ZH (1993); Radiological investigation in acute diverticulitis. *Br. J. Surg.* 80: 560-565
51. Miki T, Ogata S, Uto M, Nakazono T, Urata M, Ishibe R, Shinyama S, Nakajo M (2004); Multidetector-row CT findings of colonic perforation: direct visualization of ruptured colonic wall. *Abdom Imaging* 29: 658-662
52. Moll R, Mittelkötter U, Reith HB, Schindler G, Thiede A (2002); Welche bildgebende Diagnostik bei Verdacht auf eine Sigmadivertikulitis? *Zentralbl Chir* 127: 297-301

53. Morris J, Stellato TA, Haaga J, Lieberman J (1986); The Utility of Computed Tomography in Colonic Diverticulitis. *Ann Surg* 204: 128-132
54. Müller M, Kreis M (2010); Divertikulitis – Wann ist sie ein Fall für den Chirurgen? *MMW-Fortschr. Med.* 8: 42-46
55. Neff CC, van Sonnenberg E (1989); CT of diverticulitis: diagnosis and treatment. *Radiol Clin North Am.* 27: 743-752
56. Nöldge G, Hansmann J, Leutloff U, Richter GM, Kauffmann GW (2000); Bildgebende Diagnostik der Kolondivertikulose und ihrer Komplikationen. *Chir Gastroenterol* 16: 316-321
57. Ochsenkühn T, Göke B (2002); Pathogenese und Epidemiologie der Sigmadivertikulose. *Der Chirurg* 73: 665-669
58. Padidar AM, Jeffrey RB Jr, Mindelzun RE, Dolph JF (1994); Differentiating sigmoid diverticulitis from carcinoma on CT scans: mesenteric inflammation suggests diverticulitis. *AJR* 163: 81-83
59. Painter NS, Burkitt DP (1975); Diverticular disease of the colon, a 20th century problem. *Clin Gastroenterol* 4: 3-22
60. Piroth W, Haage J, Wildberger E, Günther RW (2001); Divertikulitis – wann Kolonkontrasteinlauf oder CT? In: Schumpelick, Kasperk (Hrsg.): *Divertikulitis – Eine Standortbestimmung.* Springer Verlag; S. 182
61. Piroth W, Haage P, Hohl C, Günther R (2007); Bildgebende Diagnostik der Sigmadivertikulitis. *Dt. Ärzteblatt Jg. 104* 49: 3401-3408
62. Poletti et al (2004); Acute Left Colonic Diverticulitis: Can CT findings be used to predict recurrence? *AJR* 182: 1159-1165
63. Pradel JA, Adell JF, Taourel P, Djafari M, Monnin-Delhom E, Bruel JM (1997); Acute colonic diverticulitis: prospective comparative evaluation with CT. *Radiology* 205: 503-512

64. Rao (1999); CT of Diverticulitis and Alternative Conditions. Seminars in Ultrasound, CT, and MRI; Vol 20, No 2: 86-93
65. Rao P, Rhea J, Novelline R, Dobbins J, Nash Lawrson J, Sacknoff R, Stuk J (1998): Helical CT with only colonic contrast material for diagnosing diverticulitis: Prospective Evaluation of 150 patients. AJR 170: 1445-1449
66. Reifferscheid M (1976); Die Frühresektion der Divertikulitis; Langenbecks Arch Chir 342 (Kongressbericht 1976)
67. Rhea JR (2000); CT evaluation of appendicitis and diverticulitis - Part II: Diverticulitis. Emerg Radiol 7: 237-244
68. Ritz JP, Lehmann KS, Loddenkemper C, Frericks B, Buhr HJ, Holmer C (2010); Preoperative CT staging in sigmoid diverticulitis – does it correlate with intraoperative and histological findings? Langenbecks Arch Surg 395: 1009-1015
69. Röher HD, Fürst G, Lammers BJ (2001); Präoperative Diagnostik bei der Divertikulitis. In: Schumpelick, Kasperk (Hrsg.): Divertikulitis – Eine Standortbestimmung. Springer Verlag; S. 222
70. Rotert H, Nöldge G, Encke J, Richter GM, Dux M (2003); Der Stellenwert der CT in der Akutdiagnostik der Divertikulitis. Der Radiologe 43: 51-58
71. Sarma D, Longo W (2008); Diagnostic Imaging for Diverticulitis. J Clin Gastroenterol 42 (10): 1139-1141
72. Schürmann G, Lerch MM (2000); Diagnostik und Therapie der Kolondivertikulitis. Chir Gastroenterol 16: 351-356
73. Sheiman L, Levine M, Levin A, Hogan J, Rubesin S, Furth E, Laufer I (2008); Chronic Diverticulitis: Clinical, Radiographic, and Pathologic Findings. AJR 191: 522-528
74. Sher ME, Agachan F, Bortul M, Noguerras JJ, Weiss EG, Wexner SD (1997); Laparoscopic surgery for diverticulitis. Surg Endoscop 11: 264-267

75. Siewert JR, Huber FT, Brune IB (1995); Early elective surgery of acute diverticulitis of the colon. *Der Chirurg* 66: 1182-1189
76. Stefansson T, Nyman R, Nilsson S, Ekblom A, Pahlman L (1997); Diverticulitis of the Sigmoid Colon – A Comparison of CT, colonic enema and laparoscopy. *Acta Radiol* 38: 313-319
77. Stephens BA, Maglinte DT, Kelvin FM, Anastacio CN, Chua GT (1987); The evolving role of computed tomography in diverticulitis. *Indiana Med* 80: 436
78. Stocchi Luca (2010); Current indications and role of surgery in the management of sigmoid diverticulitis. *World J Gastroenterol* 21;16(7): 804-817
79. Stock W, Hansen O, Heinz T (2001); Erfahrungen mit einer klinisch-pragmatischen Stadieneinteilung. In: Schumpelick, Kasperk (Hrsg.): *Divertikulitis – Eine Standortbestimmung*. Springer Verlag; S. 92-99
80. Tack D, Bohy P, Perlot I, De Maertelaer V, Alkeilani O, Sourtzis S, Geveno PA (2005); Suspected Acute Colon Diverticulitis: Imaging with Low-Dose Unenhanced Multi-Detector Row CT. *Radiology* 237: 189-196
81. Thiede A, Jostarndt L, Poser LH (1989); Prospektive Studie zur Frage der konservativen oder operativen Therapie bei Patienten mit Divertikulitis des Schweregrades II. In: Häring R (Hrsg): *Divertikel des Dünn- und Dickdarms*. Ueberreuther Wien Berlin; S. 218-223
82. Truong S, Müller S, Bertram P, Schumpelick V (2001): Stellenwert der Sonographie in der Diagnostik der Kolondivertikulitis. In: Schumpelick, Kasperk (Hrsg.): *Divertikulitis – Eine Standortbestimmung*. Springer Verlag; S. 169
83. Wasvary H, Turfah F, Kadro O, Beauregard W (1999); Same hospitalization resection for acute diverticulitis. *Am Surg* 65: 632-635

84. Werner A, Diehl SJ, Farag-Soliman M, Düber C (2003); Multi-slice spiral CT in routine diagnosis of suspected acute left-sided colonic diverticulitis: a prospective study of 120 patients. *Eur Radiol* 13: 2596-2603
85. Zachert HP, Meyer HJ (2001); Divertikulitis: Einteilung nach Schweregraden. In: Schumpelick, Kasperk (Hrsg.): *Divertikulitis – Eine Standortbestimmung*. Springer Verlag; S. 82-91

Danksagung

Herrn Prof. D. Hahn und Herrn Prof. T. Bley möchte ich danken, dass Sie mir die Durchführung dieser Arbeit ermöglicht haben. Herrn Prof. W. Kenn und Herrn Prof. T. Bley danke ich sehr herzlich für die kompetente Betreuung.

Mein besonderer Dank gilt meiner Familie für ihre große Unterstützung.

Aschau im Chiemgau, den 01.10.2016