

Aus der Klinik und Poliklinik für Chirurgie
Abteilung für Allgemeine, Thorax-, Gefäß- und Transplantationschirurgie der Universitätsmedizin
Rostock
Direktor: Prof. Dr. med. C. Schafmayer

Keine Therapieänderung durch routinemäßig durchgeführte Abdomen-CT in der Differential- diagnostik der akuten unkomplizierten Sigmadivertikulitis

Inauguraldissertation zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin (Dr. med.) der Universitätsmedizin Rostock

vorgelegt von
Paul Felix Sieben, geb. am 09.07.1991 in Aachen
aus Hamburg

1. Gutachter: Prof. Dr. med. Ernst Klar, Universitätsmedizin Rostock, Chirurgische Klinik und Poliklinik, Abteilung für Allgemeine, Thorax-, Gefäß- und Transplantationschirurgie der Universitätsmedizin Rostock

2. Gutachter: Prof. Dr. med. Georg Lamprecht, Universitätsmedizin Rostock, Zentrum für Innere Medizin, Abteilung für Gastroenterologie, Endokrinologie und Stoffwechselkrankheiten

3. Gutachter: PD Dr. med Florian Kühn, Darmkrebszentrum am CCC München^{LMU}, Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Transplantationschirurgie

Jahr der Einreichung: 2022

Jahr der Verteidigung: 2023

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
I Abkürzungsverzeichnis	5
1 Einleitung	6
1.1 Definition Sigmadivertikulitis.....	6
1.2 Epidemiologie	6
1.3 Ätiologie	7
1.4 Pathoanatomie der Divertikulitis	10
1.5 Pathogenese der Divertikulitis.....	12
1.6 Verlaufsformen, Klassifikationen	13
1.7 Klinik	16
1.8 Diagnostik	16
1.9 Therapie & Komplikationen	22
1.10 Das standardisierte Vorgehen an der Universitätsmedizin Rostock.....	25
1.11 Fragestellung der Arbeit.....	27
2 Patienten und Methoden	28
2.1 Untersuchungszeitraum	28
2.2 Erhebung des Patientenkollektivs	28
2.3 Gruppeneinteilung.....	30
2.4 Bildgebung und radiologische Befunderhebung	31
2.5 Statistik	32
3 Ergebnisse	33
3.1 Vorstellung des Patientenkollektivs	33
3.1.1 Geschlechterverteilung.....	33
3.1.2 Alter.....	33
3.1.3 BMI	34
3.1.4 Manifestationen.....	34
3.1.5 Laborparameter.....	35
3.2 Indikationsstellung zur Computertomographie innerhalb der Gruppe mit Komplikationen.....	36
3.3 Ergebnisse der Bildgebung.....	38

3.2.1	Sonographie.....	38
3.2.2	Computertomographie.....	39
3.3	Betrachtung der Nebenbefunde	41
3.4	Betrachtung des stationären Verlaufs	43
3.5	Betrachtung der komplizierten Verläufe	43
4	Diskussion	45
4.1	Diskussion des Patientenkollektivs.....	45
4.1.1	Alter.....	45
4.1.2	BMI	45
4.1.3	Anzahl der Manifestationen	46
4.1.4	Laborparameter.....	47
4.2	Diskussion der genutzten diagnostischen Instrumente.....	49
4.3	Diskussion der Indikationsstellung für die CT	52
4.4	Keine Änderung des konservativen Therapiekonzepts durch zusätzliche CT-Untersuchung.....	54
4.5	Diskussion der Nebenbefunde und neuen Diagnosen.....	55
4.6	Diskussion der Notwendigkeit der CT in der Diagnostik der unkomplizierten Sigmadivertikulitis.....	57
5	Zusammenfassung.....	59
I	Literaturverzeichnis.....	60
II	Anhang.....	67
A.1.	Abbildungsverzeichnis.....	67
A.2	Thesen	70
A.3	Danksagung	71
A.4	Eidstattliche Erklärung.....	72
A.5	Lebenslauf.....	73

I Abkürzungsverzeichnis

AWMF: Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V.

BMI: Body Mass Index

CDD: Classification of Diverticular Disease

CRP: C-reaktives Protein

CT: Computeromographie

FP: falsch positiv

GDNF: glial cell line derived neurotrophic factor

GMK: Gruppe mit Komplikationen

IBS: Irritable Bowel Syndrome / Reizdarmsyndrom

i.v.: intravenös

mSv: Milli-Sievert

NPV: Negativ prädiktiver Wert

NSAID: non-steroidal anti-inflammatory drug

PPV: Positiv prädiktiver Wert

RP: richtig positiv

SG: Studiengruppe

SUDD: symptomatic uncomplicated diverticular disease

V.a.: Verdacht auf

1 Einleitung

1.1 Definition Sigmadivertikulitis

Als Kolondivertikel werden kleine, erworbene Herniationen von Mukosa und Submukosa durch die Darmwand bezeichnet. Diese treten bevorzugt an präformierten Schwachstellen („Loci minoris resistentiae“), wie beispielsweise Gefäßdurchtritten, auf (Stollman & Raskin, 1999). Das Vorliegen von Divertikeln des Kolons wird als Divertikulose bezeichnet. Während solche Divertikel bei einem Großteil der Patienten keine Symptome verursachen, erkranken 10-25% der Divertikelträger¹ im Verlaufe ihres Lebens an einer Entzündung, die als Divertikulitis bezeichnet wird (Wedel & Böttner, 2014). Je nach Ausprägung der Entzündung wird die Erkrankung in einen komplizierten Verlauf (Abszess, Perforation) oder einen unkomplizierten Verlauf (umschriebene Entzündungsreaktion der Divertikel) eingeteilt. Die Erkrankung wurde erstmals von Drummond 1916 beschrieben. (Drummond, 1916)

1.2 Epidemiologie

Aufgrund der Symptomlosigkeit der Divertikulose, die den Ausgangspunkt der Divertikulitis darstellt, sind Aussagen zur Prävalenz nur eingeschränkt möglich. Sektionsstudien zeigen eine altersabhängige Zunahme der Prävalenz; auch im Rahmen der Vorsorgeuntersuchungen werden zunehmend mehr Fälle von Divertikulose diagnostiziert (Loffeld & Van Der Putten, 2002). Die SK3-Leitlinie Divertikelkrankheit / Divertikulitis des AWMF nennt folgende Prävalenzen für die verschiedenen Alterssegmente: ca. 13% für Personen <50 Jahre, ca. 30% für Personen zwischen 50 und 70 Jahren, ca. 50% für Personen zwischen 70 und 85 Jahren und ca. 66% für Personen >85 Jahre (Leifeld, et al., 2014). Aussagen zur Inzidenz der Divertikulitis sind ebenfalls nicht abschließend geklärt. Strate et al. beziffern in ihrer Kohortenstudie die Anzahl der Divertikelträger, die im Verlaufe von 10,8 Jahren an einer Divertikulitis erkranken mit weniger als 5% (Strate, et al., 2012). Die Autoren widersprechen damit der bisher angenommenen Divertikulitis-Inzidenzrate von 15-25% der Divertikelträger und geben zu bedenken, dass diese Daten zu Zeiten erhoben wurden, in denen Koloskopien im Rahmen von Vorsorgeuntersuchungen noch nicht zum Standard gehörten.

¹ Zur Verbesserung der Lesbarkeit wird zumeist die männliche Form im Sinne des generischen Maskulinum verwendet.

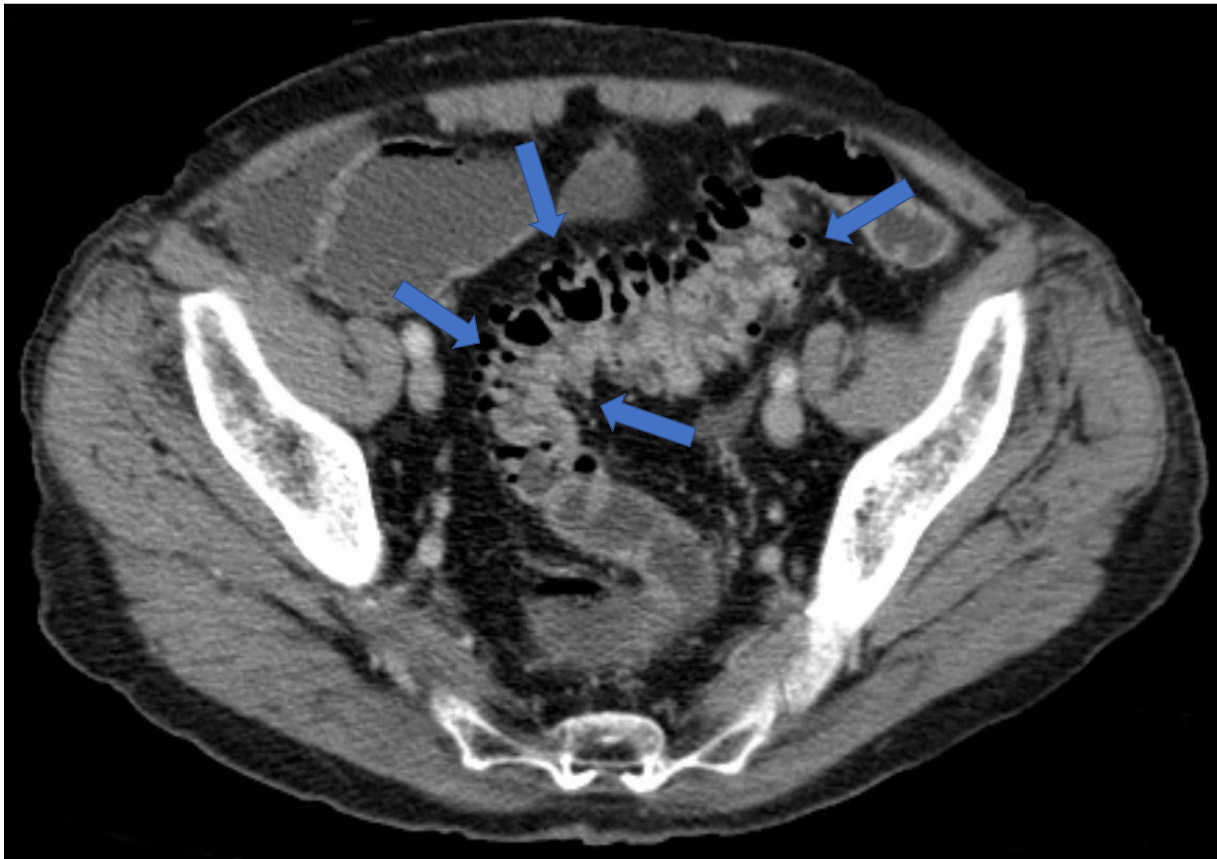


Abbildung 1 – Abdomen CT mit reizloser Sigmadivertikulose (Pfeile)
 Abbildungsnachweis: Dr. med. Paul Hellerhoff; https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:CT_images_of_diverticulosis#/media/File:Sigmadivertikulose_CT_axial.jpg

Die Stellung der Divertikulitis als Zivilisationserkrankung der westlichen Welt zeigt sich anhand steigender Hospitalisierungszahlen am Beispiel des US-amerikanischen Patientenregister von 2002-2007: Es konnte eine Zunahme im beobachteten Zeitraum von 9,5% / 100.000 Patienten beobachtet werden (Masoomi, et al., 2011). Eine ähnliche Studie beobachtete eine Steigerung der Hospitalisierungsrate aufgrund von Divertikulitis um 26% im Zeitraum von 1998-2005 (Etzioni et al. 2009).

1.3 Ätiologie

Als einer der Hauptrisikofaktoren für die Entwicklung der Divertikulose gilt das zunehmende Alter. Die Divertikulitis wird gemeinhin auch als „Links-Appendizitis des alten Menschen“ bezeichnet (Müller, 2012). Die zugrundeliegenden pathophysiologischen Mechanismen sollen ausführlich im zugehörigen Kapitel besprochen werden. Im Wesentlichen wird die altersabhängige Abnahme des elastischen Bindegewebes, Änderungen in der Aktivität von Matrix-Metalloproteasen in der extrazellulären Matrix sowie neuropathische Prozesse im Plexus myentericus für das Auftreten von Divertikeln verantwortlich gemacht

Lange Zeit galt als primärer ätiologischer Faktor in der Pathogenese der Divertikulose eine Kombination aus altersabhängiger Bindegewebedegeneration in Kombination mit erhöhten intraluminalen Drücken und verlängerter Stuhlpassagezeit aufgrund von ballaststoffarmer Diät. Aufgrund der hohen Prävalenz der die Lamina muscularis durchstoßenden Vasa recta und den hohen intraluminalen Drücken sei das Colon sigmoideum der bevorzugte Manifestationsort der Divertikel (Simpson, et al., 2002). Bereits 1985 wurde ein Tiermodell etabliert, welches die Zusammenhänge zwischen ballaststoffarmer Diät und dem Auftreten von Colondivertikeln demonstrieren konnte (Fisher, et al., 1985).

Ein Vergleich von Langzeit-Vegetariern und Nicht-Vegetariern konnte zeigen, dass die Prävalenz der Divertikulose in der fleischfrei lebenden Gruppe mit einer täglichen Ballaststoffaufnahme von 41,5 g/d mit 12% niedriger war als in der nicht-vegetarischen Gruppe mit 21,4g Ballaststoffe pro Tag und 33% Prävalenz (Gear, et al., 1979). Während der Einfluss der Ballaststoffe auf das Entstehen der Divertikulose in zukünftigen Studien geklärt werden sollte, kann eine ballaststoffreiche Diät bei Divertikelträgern das Risiko von Symptomen und dem Auftreten einer Divertikulitis mindern. Aldoori et al. zeigten in einer Kohortenstudie, dass eine ballaststoffreiche Diät das Risiko von Komplikationen der Divertikulose vermindert. Umgekehrt ist eine ballaststoffarme, fleischreiche Ernährung mit einem erhöhten Komplikationsrisiko verbunden (Aldoori, et al., 1994).

Überraschenderweise konnte sich die Annahme, die unverdaubaren Bestandteil von Nüssen, Samen oder Popcorn könnten sich in Divertikeln festsetzen und zu Entzündungen und anderen Komplikation führen, nicht erhärten. Vielmehr kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass das relative Risiko einer Divertikulose-Komplikation bei mindestens zweiwöchentlichem Verzehr um 20% (Nüsse) bzw. 27% (Popcorn) sinkt (Strate, et al., 2008).

Der Einfluss von Genussmitteln wie Tabak, Alkohol und Kaffee auf die Entstehung von Kolondivertikeln ist als gering einzustufen. Während Raucher ein im Vergleich zu Nichtrauchern ein nicht statistisch signifikantes erhöhtes Risiko von 30% für das Vorliegen einer Divertikulose haben, schlägt sicher der negative Einfluss des Nikotinabusus' in einer erhöhten Hospitalisierungswahrscheinlichkeit und erhöhtem Komplikationsrisiko nieder (F. Hjern, 2012; P. Usai, 2011; A. Rosemar, 2008). In der Healthcare Professional Follow-Up Study konnte kein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Komplikationen der Divertikulose und regelmäßigem Kaffeegenuss gefunden werden (Aldoori, et al., 1994). Regelmäßiger Alkoholverzehr, insbesondere der regelmäßige Verzehr von Schnäpsen, erhöhte das Risiko für die Entwicklung von Divertikulitiden um 50 bis 65% (Aldoori, et al., 1994).

Körpergewicht und körperliche Aktivität haben zwar keinen protektiven Einfluss auf die Entstehung einer Divertikulose, können jedoch die Rate an Komplikationen der Divertikulose senken.

Rosemar et al. demonstrierten in einer prospektiven Kohortenstudie, dass ein BMI zwischen 22 und 22,5 kg/m² mit dem geringsten Risiko für eine Hospitalisierung wegen Divertikelkrankheit verbunden ist, während ein BMI von 30 kg/m² mit einem hohen Hospitalisierungsrisiko verbunden war. Körperlicher Aktivität hatte in mehreren Arbeiten eine Reduktion der Hospitalisierungsraten zur Folge, außerdem sank das Risiko für Divertikelblutung (F. Hjern, 2012; W. Aldoori, 1994; L. Strate, 2009).

Komorbidität kann das Risiko für das Auftreten von Divertikulose und ihren Komplikationen beeinflussen: Eine anamnestisch bestehende Hypothyreose ist mit einem 2,4-fach erhöhtem Risiko für eine Divertikulose verbunden, während das Vorliegen von arterieller Hypertonie bei Divertikelträgern mit 30,9% gegenüber 19,8% bei der nicht betroffenen Kontrollgruppe erhöht ist (Kopylov, et al., 2012). Gleichzeitig erhöht eine arterielle Hypertonie mit systolischen Blutdruckwerten über 162 mmHg das Risiko für das Auftreten einer komplizierten Divertikelkrankheit um den Faktor 1,8. Ein diastolischer Druck von über 102 mmHg ist mit einem 2,2-fach erhöhten Risiko für eine komplizierte Divertikelkrankheit verbunden (Rosemar, et al., 2008). Eine klare Aussage, ob sich die polyzystische Nierenerkrankung auf das Auftreten der Divertikulose auswirkt, kann nach Durchsicht mehrerer Fallstudien nicht gegeben werden (Sharp CK, 1999; Dominguez Fernandez E, 1998; Lederman ED, 2000; Scheff RT, 1980). Schwere Verläufe der Divertikelkrankheit sind oftmals mit einer Immunsuppression vergesellschaftet. Hwang et al. konnten in ihrem Review zeigen, dass immunsupprimierte Patienten eine höhere Inzidenz für eine akute Divertikulitis haben und auch eine höhere Mortalität durch die Divertikulitis-Komplikationen aufweisen: 23% Mortalität bei operativer Therapie im Vergleich zu 1-5% für die Normalbevölkerung (Hwang, et al., 2010).

Zuletzt soll der Einfluss von Medikamenten auf das Auftreten von Divertikulose und Divertikulitis geklärt werden. NSAIDs und Aspirin konnte in diversen Arbeiten eine negative Beeinflussung des Verlaufs der Divertikelkrankheit nachgewiesen werden (Aldoori, et al., 1998; Humes, et al., 2011; Campbell & Steele, 1991; Tsuruocka, et al, 2011). Besonders das Risiko für Perforationen und Divertikelblutungen erhöht sich bei Einnahme von NSAID. Humes et al. fanden in ihrer Fall-Kontrollstudie, dass der Einsatz von Opiaten und Kortikosteroiden ebenfalls mit einem erhöhten Risiko für Perforationen vergesellschaftet ist (Humes, et al., 2011). Für die Wirkstoffgruppen der Statine und Calcium-Antagonisten konnte ein protektiver Effekt bei Einnahme beobachtet werden, Patienten mit Statin und/oder Calcium-Antagonist leiden also weniger häufig an Divertikulitiden und/oder Perforationen durch Divertikulitis (Humes, et al., 2011).

Leider sind die vorliegenden Studiendaten nicht umfangreich genug, um alle Zusammenhänge zwischen Medikation und Auftreten einer Divertikulitis klar nachzuvollziehen. Besonders bzgl.

der Einnahme von Aspirin machten viele Arbeiten keine Angaben zu Dosis und Häufigkeit der Einnahme. Strate et al. versuchten, eine Abhängigkeit zwischen Dosis und (unerwünschter) Wirkung zu erarbeiten, fanden aber, dass es keine lineare Dosis-Abhängigkeit zwischen Aspirin-Medikation und Komplikationen einer Divertikulose gab (Strate & Liu, 2012).

1.4 Pathoanatomie der Divertikulitis

Die Divertikulose lässt sich je nach Lokalisation in zwei Formen einteilen: Die für westliche Länder (Europa, USA) typische linksseitige Divertikulose des Colon descendens und Colon sigmoideum und die rechtsseitige Divertikulose, die vor allem in Asien vorkommt. Kennzeichnend für die rechtsseitige Divertikulose sind echte Divertikel. Es wurde postuliert, dass genetische oder Umwelt-Faktoren einen größeren Einfluss bei der Entstehung der rechtsseitigen Divertikulose haben, während die linksseitige Divertikulose vor allem durch Alter und Lebensgewohnheiten verursacht wird (Nakaji, et al., 2002; Lee, 1986). Während eine unterschiedliche Ursache von rechts- und linksseitiger Divertikulose wahrscheinlich ist, wurde noch kein Umweltfaktor oder Genmarker identifiziert, der die rechtsseitige Divertikulose zweifelsfrei erklärt.

In der Entstehung der Divertikel spielen folgende pathoanatomische Alterationen eine Rolle: Muskuläre Hypertrophie, die zu einer Verkürzung des Colons führt; Umbauvorgänge des Bindegewebes durch Veränderungen der Aktivität von Matrix-Metalloproteasen; Degenationen der myenterischen Ganglien durch z.B. Plexititis oder altersabhängige Degeneration; veränderte intestinale Motilität. Die genannten Modifikationen führen durch ihr komplexes Zusammenspiel zu erhöhten intraluminalen Drücken und Veränderungen im Aufbau der Darmwand und können gemeinsam mit den o.g. ätiologischen Risikofaktoren wie erhöhtem BMI, hohem Lebensalter und ballaststoffarmer Diät das Entstehen der Divertikulose begünstigen.

Zum besseren Verständnis, wie einzelne Prozesse die Divertikel-Bildung fördern können, soll dieser Prozess im Folgenden detailliert beschrieben werden. Die als Divertikel bezeichneten Schleimhautaussackungen des Colons sind eigentlich Pseudodivertikel: Allein die Mukosa prolapiert gemeinsam mit der Lamina propria mucosae durch die zirkuläre Muskelwand. Dies geschieht bevorzugt an sogenannten „Loci minoris resistentiae“, an denen die Vasa recta durch die Muskelschicht treten, um die Schleimhaut mit Blut zu versorgen (Slack, 1962; Drummond, 1916). Würde sich nun also ein Schleimhautüberschuss bilden, existiert mit den Vasa recta eine Bruchpforte, durch welche die Mukosa bei hohen intraluminalen Drücken prolapieren kann. Die Mukosa kann komplett durch die Muskelwand penetrieren um als komplettes Divertikel vorzuliegen, es kommen allerdings auch intramurale Divertikel vor, die nur bis auf Höhe der zirkulären Muskelschicht eindringen. Ein komplettes Divertikel besteht aus den folgenden Segmenten (Wedel & Böttner, 2014):

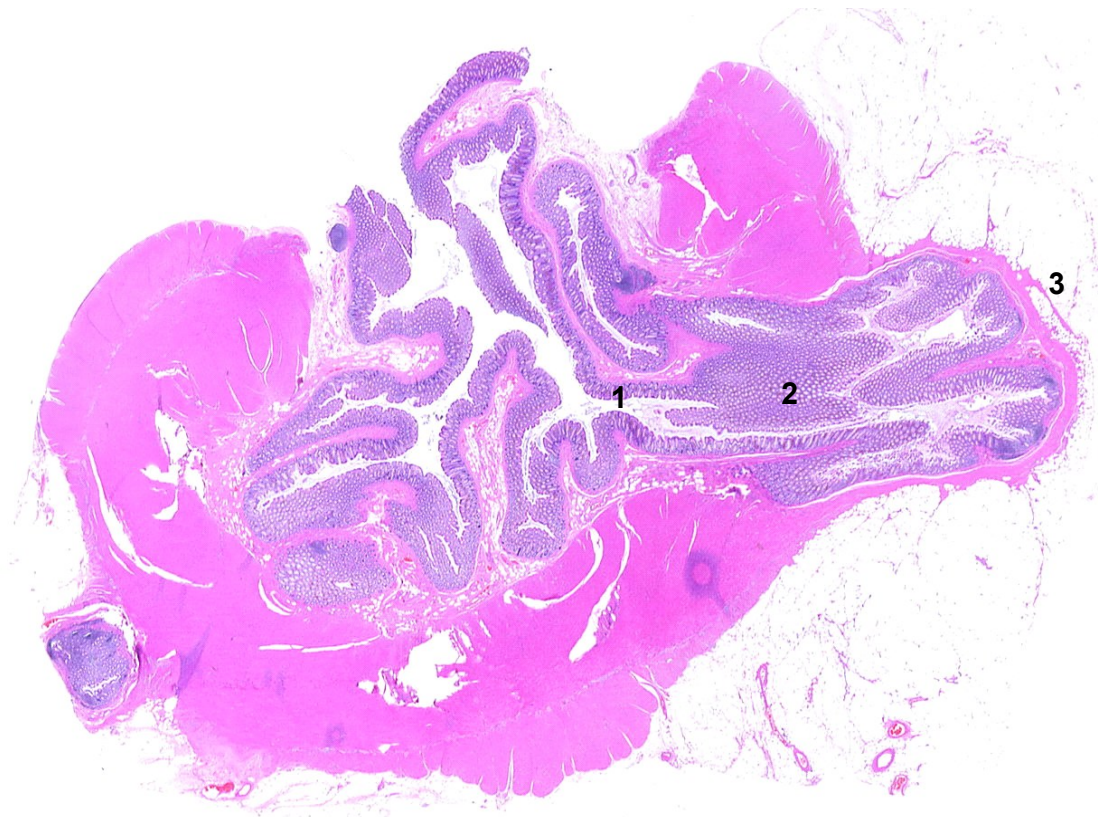


Abbildung 2: Histoanatomie eines Divertikels - 1: Öffnung zum Darmlumen 2: Divertikelhals 3: Divertikeldach. OP-Präparat, HE-Färbung. Abbildungsnachweis: Dot. A. Brollo https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Histopathology_of_diverticulosis#/media/File:Colon_diverticulosis_whole_slide.jpg

1. Verengte Divertikelöffnung zum Darmlumen hin
2. Divertikelhals durch die Muskelschicht
3. Divertikeldach auf der Darmaußenwand, welche nur aus Serosa und Mukosa und Submukosa besteht und daher sehr dünnwandig ist.

Da das Kolon keine durchgehende Längsmuskelschicht besitzt, sondern diese in Form der drei Taenien organisiert ist, kann Schleimhaut leichter die gesamte Wand durchwandern. Da im Colon sigmoideum besonders viele Vasa recta vorhanden sind und hohe intraluminale Drücke herrschen, liegen hier besonders häufig zahlreiche Divertikel vor (Drummond, 1916).

Die hohe Prävalenz der Divertikulose bei Menschen, die unter einer Erkrankung des Bindegewebes, beispielsweise beim Ehler-Danlos-Syndrom oder Marfan-Syndrom leiden, zeigt, dass Veränderungen dieser Gewebe eine wichtige Rolle bei der Entstehung der Erkrankung spielen (Santin, et al., 2009). Gleichzeitig würde diese Hypothese durch die altersabhängige Bindegewebsschwäche unterstützt, da die Divertikulose im hohen Lebensalter häufiger ist. Bei Divertikelträgern ist der Anteil von Typ I-Kollagen zugunsten von Typ III-Kollagen, das weniger stabil ist, verschoben (Bode, et al., 2000). Diese Veränderung in der extrazellulären Matrix werden

durch Missverhältnisse im Metabolismus der Matrix-Metalloproteasen (MMP) und ihrer Inhibitoren verursacht (Rosemar, et al., 2007). Durch den erhöhten Anteil der Typ III-Kollagene ist die extrazelluläre Matrix instabiler und wird in Folge kompensatorisch vermehrt gebildet, um die Stabilität des Gewebes zu gewährleisten. Somit wird der Bindegewebe-Gehalt in den Taenien erhöht. Dies führt zu einer Abnahme der Flexibilität des Colons; in OP-Präparaten hat dieses eine nahezu knorpelige Konsistenz und ist oftmals entstellt (Simpson, et al., 2002). Dies hat zur Folge, dass der Lumenquerschnitt abnimmt, die intraluminalen Drücke steigen. Zum anderen führt diese Elastosis coli aber auch zu einer Längenverkürzung des Darmes und damit zu einem relativen Schleimhautüberschuss.

Außerdem führt die Elastose auch zu einer muskulären Wandverdickung. Bei dieser als Myochosis coli bezeichneten Modifikation liegt die Quermuskelschicht nicht mehr streng zirkulär, sondern fischgrätenartig vor. Die Muskelstränge sind teilweise vollkommen aus dem Verlauf gelöst und befinden sich in unterschiedlichen Stadien des bindegewebigen Umbaus, der Anteil der Myofilamente ist reduziert (Hellwig, et al., 2014).

Durch die Myochosis coli könnte auch eine weitere Veränderung der Darmwand bei Divertikulose zumindest teilweise erklärt werden: Normalerweise wird das enterische Nervensystem durch GDNF zum Wachstum angeregt, welcher von den Muskelzellen der Darmwand gebildet wird. Regelmäßig werden bei der Divertikulose Veränderungen des enterischen Nervensystems beobachtet, die auch auf den Mangel des Wachstumsfaktors zurückzuführen sind (Böttner, et al., 2013). Außerdem wurde neben dem Mangel an Nervenfasern und Ganglien eine Imbalance der Neurotransmitter und -Rezeptoren festgestellt. Dieses Ungleichgewicht betrifft vor allem 5HT-Rezeptor 4 und m-Rezeptor 3, die die Motilität des Colons vermitteln, aber auch schmerzvermittelnde Neurotransmitter. Dies erklärt gemeinsam mit der Proliferation schmerzleitender Nerven die bei chronischer Divertikelkrankheit auftretenden Schmerzen (Böttner M, 2013; Golder M, 2003). Zusätzlich zu einer Verminderung der enterischen Nervenfasern fanden Bassotti et al. bei der Untersuchung von OP-Resektaten von Patienten mit komplizierter Divertikulitis, dass alle Betroffenen eine Plexitis aufwiesen; diese fand sich bei Patienten, die zur elektiven Sigmaresektion vorstellig wurden, nicht. Außerdem fielen alle Patienten durch eine erhöhte Anzahl von Colon-Mastzellen auf, denen möglicherweise eine Rolle bei der Unterhaltung einer Entzündung zukommt (Bassotti, et al., 2013).

1.5 Pathogenese der Divertikulitis

Im Folgenden soll geschildert werden, welche Aspekte bei der Entstehung der Divertikulitis eine Rolle spielen. Aufgrund der topographischen Beziehung zu den Vasa recta kann es zu lokalen Ischämien der Schleimhaut kommen, die eine granulomatöse Entzündungsreaktion

bewirken (Becker, 1976). Zusätzlich kann Stuhl für längere Zeit im Lumen des Divertikels verweilen und Drucknekrosen verursachen. Zudem können Darmkeime durch längere Verweildauer Schwächung der Barrierefunktion der Mukosa die Darmwand durchwandern. Normalerweise werden den Kolonozyten von der Darmflora kurzkettige Fettsäuren zur Ernährung zur Verfügung gestellt. Kommt aber kein frischer Stuhl – zum Beispiel durch die Verlegung des Divertikel-Ostiums – in das Lumen, so werden die Kolonozyten zusätzlich minderversorgt und die Barrierefunktion geschwächt. (West & Losada, 2004) Bei manifester Divertikulitis finden sich in der Region des Ostiums immer ein neutrophil-lymphozytäres Infiltrat als histologisches Korrelat der Entzündung; im Falle einer Divertikulose findet es sich in 12% der Fälle (Goldstein, 1997). Eine schwerwiegende Entzündung äußert sich durch Strukturveränderungen wie Fibrosierungen, Wandverdickungen bis hin zur Stenosierung und schlimmstenfalls Entstehung eines entzündlichen divertiuklitischen Tumors (West & Losada, 2004). Vereinzelt sind die pathologischen Veränderungen denen einer chronisch entzündlichen Darmerkrankung, besonders dem M. Crohn, ähnlich und es kann zu Differenzierungsschwierigkeiten kommen (Peppercorn, 2004). Die Entzündungsreaktion kann zu einer (gedeckten) Perforation führen, da das dünne Dach eines Divertikels nur aus Mukosa, Submukosa und Serosa besteht (West & Losada, 2004). Blutungen aus den divertikelnahen Gefäßen entstehen meist durch mechanische Ursachen und sind seltener Folge der entzündlichen Veränderung. Durch den Entstehungsprozess der Divertikel stehen die Gefäße unter Spannung und sind für Blutungen prädisponiert (Meyers, et al., 1976).

1.6 Verlaufsformen, Klassifikationen

Die akute Divertikulitis lässt sich in einen unkomplizierten und einen komplizierten Verlauf einteilen. Hierbei ist der unkomplizierte Krankheitsverlauf durch eine lokale Entzündungsreaktion gekennzeichnet. Der komplizierte Verlauf ist durch das Hinzutreten von (gedeckten) Perforationen und Abszessen und im schlimmsten Fall durch eine generalisierte Peritonitis gekennzeichnet.

Die Hinchey-Klassifikation zur Beschreibung der Stadien der akuten Divertikulitis von 1978 beschreibt die verschiedenen Einteilungsmöglichkeiten der kompliziert verlaufenden Divertikulitis, erlaubt aber keine Unterscheidung in Divertikulitiden ohne Perforation (Hinchey, et al., 1978). 1997 wurde die Hinchey-Klassifikation durch Sher et al. modifiziert, da die in den 1980er Jahren eingeführte Schnittbildgebung mithilfe der Computertomographie die diagnostische Genauigkeit erweiterte (Sher, et al., 1997). Wasvary et al. modifizierten die Klassifikation 1999 ein weiteres Mal, diese „Hinchey-Wasvary-Klassifikation“ ist seitdem besonders im angloamerikanischen Raum verbreitet (Wasvary, et al., 1999).

Hinchey-Wasvary	Hansen-Stock	CDD
	0 - Divertikulose	0 – Divertikulose
0 – Klinisch milde Divertikulitis	I – akute unkomplizierte Divertikulitis	1a – Divertikulitis ohne Umgebungsreaktion
Ia – Perikolische Phlegmone	IIa – Komplizierte Divertikulitis mit Peridivertikulitis	1b – Divertikulitis mit Umgebungsreaktion
Ib – Perikolischer oder mesokolischer Abszess	IIb - Komplizierte Divertikulitis mit gedeckter Perforation / Abszess	2a – Gedeckt-perforierte Divertikulitis mit Mikroabszess (<1 cm)
II – Intra- oder retroabdomineller Abszess		2b – Gedeckt perforierte Divertikulitis mit Makroabszess
III – Generalisierte eitrige Peritonitis	IIc – Komplizierte Divertikulitis mit freier Perforation	2c1 – Frei perforierte Divertikulitis mit eitriger Peritonitis
IV – generalisierte kotikge Peritonitis		2c2 – Frei perforierte Divertikulitis mit kotiger Peritonitis
	III – Chronisch rezidivierende Divertikulitis	3a – Nur klinisch symptomatische unkomplizierte chronische Divertikulitis
		3b – Rezidivierende Divertikulitis mit ohne Komplikationen mit Entzündungszeichen in Labor/Bildgebung
		3c – Rezidivierende Divertikulitis mit Komplikationen
		4 - Divertikelblutung

Abbildung 3: Verschiedene Einteilungsformen der Sigmadivertikulitis

In Deutschland wird besonders die Einteilung nach Hansen & Stock von 1998 benutzt. Da Hansen & Stock sowohl komplizierte und unkomplizierte Verläufe berücksichtigen gelingt auch eine genauere Charakterisierung des unkomplizierten Krankheitsverlaufs. Allerdings wird diese Einteilung jenseits der deutschen Grenzen kaum genutzt (Klarenbeek, et al., 2012). Der Vollständigkeit halber soll auch die Einteilung nach Siewert genannt werden, die sich an der Hinchey-Klassifikation orientiert und die komplizierten Verläufe der Divertikulitis nach Schweregrad der Komplikation ordnet.

Die AWMF-Leitlinie zur Divertikelkrankheit von 2014 schlägt eine neue Einteilung (CDD: Classification of Diverticular Disease) vor, um sicher alle Verlaufsformen in einer Klassifikation aufzufangen und so eine leichtere Kommunikation zwischen den verschiedenen Fachbereichen, die an der Behandlung der Divertikelkrankheit beteiligt sind, zu ermöglichen (Leifeld, et al.,

2014). Nicht zuletzt sollten auch die neugewonnenen Erkenntnisse besonders bezüglich der verschiedenen Verlaufsmöglichkeiten der unkomplizierten Divertikulitis berücksichtigt werden.

Anhand der „Klassifikation der Divertikulitis / Divertikelkrankheit“ sollen nun die möglichen Verlaufsformen der Erkrankung beschrieben werden: Die Voraussetzung für das Auftreten der Erkrankung ist das Vorhandensein von Divertikeln am Colon (Typ 0 innerhalb der Klassifikation). Auf dem Boden dieses Befundes sind nun drei Szenarien möglich: die Entzündung (mit kompliziertem und unkompliziertem Verlauf, Typ 1 und 2), die Divertikelblutung (Typ 4) sowie die chronische Divertikelkrankheit (Typ 3).

Die Verlaufsformen „akute Divertikulitis“ können zusätzlich weiter unterteilt werden: Zunächst in einen akut komplizierten (Typ 2) sowie einen akut unkomplizierten (Typ 1) Verlauf, welche wiederum unterteilt werden können. So kann es bei einem Typ 1-Verlauf entweder zu einer Entzündung ohne Umgebungsreaktion (Typ 1a) oder zu einer Entzündung mit phlegmonöser Umgebungsreaktion (Typ 1b) kommen. Die Unterteilung des akut-komplizierten Typ 2-Verlaufs deckt die verschiedenen Komplikationen der Divertikulitis ab: So besteht die Gefahr der Abszessbildung, die je nach Größe in Mikro- ($\leq 1\text{cm}$, Typ 2a) oder Makro-Abszess ($> 1\text{cm}$, Typ 2b) untergliedert werden. Außerdem kann es zur Perforation des Divertikels kommen (Typ 2c) und als schwere Komplikation derselben schließt die Peritonitis (eitrig, Typ 2c1 oder kotig, Typ 2c2) die Unterteilung der akut-komplizierten Divertikulitis ab. Weitere Komplikationen sind die Bildung eines divertikulitischen Tumors und von Fistelgängen zu umgebenden Strukturen wie der Blase oder Gebärmutter (West & Losada, 2004). Diese werden als Typ 3c gemeinsam mit Stenosen als rezidivierende Divertikulitis mit Komplikationen eingeteilt. Äußerst selten sind Fistelungen in den Ureter (Cirocco, et al., 1994) oder eine extraperitoneale Manifestation als Bauchwandabszess (Vasiliois, et al., 2013).

Von der akuten Divertikelkrankheit ist zusätzlich die chronische Divertikelkrankheit abzugrenzen. Es wird ein Typ 3a - eine symptomatische Divertikelkrankheit mit nur geringfügig erhöhten oder normwertigen Entzündungswerten - und ein Typ 3b - mit komplikationsfreien rezidivierenden Divertikulitiden - unterschieden. Insbesondere um die Abgrenzung vom Reizdarmsyndrom, welches sich ähnlich wie eine chronisch verlaufende Divertikelkrankheit präsentiert, gibt es Diskussionen.

Yamada et al. stellten in ihrer Studie einen Zusammenhang zwischen linksseitiger Divertikelkrankheit und dem erhöhten Risiko für ein IBS her (Yamada, et al., 2014); in einer Reaktion auf diese Studie erklärte Tursi, es sei an der Zeit, genauer zwischen einer symptomatischen Divertikelkrankheit und IBS zu differenzieren und merkte an, dass mithilfe von abdominellem

Schmerz (welcher für eine symptomatische Divertikelkrankheit spricht) und fäkalem Calprotectin zwei diagnostische Marker zur Verfügung stehen, um die Erkrankungen zu unterscheiden (Tursi, 2015).

Die in dieser Arbeit primär betrachtete unkomplizierte Verlaufsform der Divertikelkrankheit lässt sich nach Hinchey-Wasvary als Stadium 0 oder Ia klassifizieren, in der Einteilung nach Hansen-Stock als I oder IIa und in der CDD als 1a oder 1b. Das Unterscheidungsmerkmal zwischen den beiden Formen des unkomplizierten Verlaufs ist das Fehlen bzw. Vorhandensein einer entzündlichen Umgebungsreaktion.

1.7 Klinik

Die klinische Symptomatik eines Divertikulitis-Patienten ist entsprechend der verschiedenen Verlaufsformen vielseitig. Hauptsymptome der akuten komplizierten oder unkomplizierten Divertikulitis (in Abgrenzung zu chronischen Verläufen der Divertikelkrankheit) sind plötzlich auftretende Schmerzen im linken unteren Quadranten des Abdomens kombiniert mit Veränderung des Stuhlverhaltens (sowohl Diarrhoe als auch Obstipation können vorkommen). Der Schmerzcharakter kann unterschiedlich ausgeprägt sein: teils schneidend, teils kolikartig, teils länger anhaltend, teils drückend durch Meteorismus/Obstipation. Palpatorisch kann ein Druckschmerz über dem entzündeten Divertikel festgestellt werden, mitunter kann das Sigma als aufgetriebene Walze im linken Unterbauch zu tasten sein. Bei einer lokalen Peritonitis zeigt sich zusätzlich eine Abwehrspannung, Klopferschmerzhaftigkeit und Loslassschmerz im betroffenen Quadranten. Eine diffuse Peritonitis manifestiert sich als Abwehrspannung in allen vier Quadranten und stellt eine unmittelbare OP-Indikation dar. Perkussorisch kann ein hypersonorer Klopfschall bei Meteorismus auffallen. Aufgrund der variablen Lage des Sigmas sollten differentialdiagnostisch auch rechtsseitiger Bauchschmerz und suprapubischer Schmerz an eine Divertikulitis denken lassen.

1.8 Diagnostik

Die bakterielle Entzündungsreaktion im Rahmen einer Sigmadivertikulitis bedingt in der Regel ein erhöhtes CRP, eine Leukozytose und erhöhte Körpertemperatur. Diese allgemeinen Symptome einer Entzündungsreaktion sind kein spezifisches Merkmal einer Sigmadivertikulitis. Hierbei kann ein stark erhöhtes Entzündungslabor auf das Vorliegen einer Perforation hindeuten: Sie ist bei einem CRP <50 mg/dl weniger wahrscheinlich als bei einem CRP >200 mg/dl (Käser, et al., 2010). Es ist zu beachten, dass Entzündungsparameter verzögert über einen Zeitraum von etwa zwei Tagen ansteigen, sodass zur Sicherheit der Patienten eine Beobachtung über diesen Zeitraum mit regelmäßigen Laborkontrollen erfolgen sollte, wenn zunächst

konservativ anbehandelt wurde, z.B. bei unklarer Bildgebung (Evans, et al., 2008) Ein Urinstatus ist Teil der Laboruntersuchungen und hilft beim Ausschluss anderer Differentialdiagnosen, beispielsweise eine gynäkologische oder den Harntrakt betreffende Erkrankung.

Da die Diagnosesicherheit bei der alleinigen Betrachtung von Klinik und Labor gering ist, ist das Durchführen einer Bildgebung zur Bestätigung der Verdachtsdiagnose erforderlich. Verschiedene Studien zeigten eine Sensitivität von 64-71% für die korrekte Diagnose ohne bildgebende Diagnostik (Toorenvliet BR, 2011; Lameris W, 2010; Laurell H, 2007). Ziel der Bildgebung ist neben der Diagnosesicherung auch die Abschätzung von Komplikationen, um die Therapie bedarfsgerecht anzupassen.

Die Divertikulitis äußert sich mit folgenden Zeichen in der Bildgebung:

1. Wandverdickung auf 3-5 mm
2. Entzündliche Umgebungsreaktion
3. Nachweis von entzündeten Divertikeln
4. Nachweis von Abszessen
5. Nachweis von Perforationen

Die Ultraschalluntersuchung stellt ein in Deutschland überall verbreitetes, rund um die Uhr verfügbares und ohne Risiken für den Patienten einsetzbares Verfahren zur Diagnostik zahlreicher abdomineller Erkrankungen dar. Die Untersuchung erfordert keine gezielte Patientenvorbereitung, ist kurzfristig durchführbar und weist keine Kontraindikationen auf. In einer Meta-Analyse zeigten Laméris et al. 92% / 90% Sensitivität / Spezifität für die Ultraschalluntersuchung zur Diagnose der Sigmadivertikulitis (Laméris, et al., 2008).

Studie / Jahr	Divertikulitis		keine Divertikulitis		Sensitivität	Spezifität	PLR	NLR
	RP	FP	RP	FP				
Verbanck / 1989	44	8	57	14	0,86	0,8	4,3	0,19
Schwerk / 1993	73	1	84	3	0,99	0,97	28,6	0,01
Zielke / 1997	62	12	64	5	0,84	0,93	11,6	0,17
Pradel / 1997	28	5	26	5	0,85	0,84	5,3	0,18
Garcia-Aguayo / 2002	42	10	19	5	0,81	0,79	3,9	0,24
Farag Soliman / 2004	43	0	20	0	1	1	-	-
Zusammenfassend (95% CI)					0,92	0,9	9,6	0,09

Abbildung 4: Sensitivität und Spezifität der Sonographie zur Diagnostik der Sigmadivertikulitis in der Meta-Analyse von Laméris et al. Abbildungsnachweis: Laméris W, 2008. RP: richtig positiv, FP: falsch positiv, PLR: positive likelihood rate, NLR: negative likelihood rate.

Die genannte Testgenauigkeit wird allerdings nur von geübten Sonographen erreicht, daher ist das Verfahren untersucherabhängig. Gleichzeitig hat die Sonographie aufgrund technischer Ursachen Schwierigkeiten, tief gelegene Abszessstrukturen und extraluminale Lufteinschlüsse darzustellen (Lembcke, 2016). Somit ist das Verfahren auch patientenabhängig unterschiedlich leistungsfähig.

Die Computertomographie des Abdomens ist als ein weit verbreitetes, meist rund um die Uhr verfügbares Untersuchungsverfahren. Es ist eine Patientenvorbereitung in Form eines Einwilligungsgeprächs notwendig. Zur Erhöhung der diagnostischen Genauigkeit sollte eine Untersuchung mit enteraler und intravenöser Kontrastierung unter Nutzung eines jodhaltigen Röntgenkontrastmittels erfolgen. Wenn intravenöse Kontrastmittel eingesetzt werden, ist auf das Risiko allergischer Reaktionen - bis hin zum lebensbedrohlichen, anaphylaktischen Schock - Einschränkungen der Nierenfunktion - bis zur dialysepflichtigen Niereninsuffizienz - und Veränderungen des Schilddrüsenstoffwechsel - bis hin zur thyreotoxischen Krise - hinzuweisen. Aufgrund der Gefahren von Nieren- und Schilddrüsenfunktionsstörungen ist vorab eine Laboruntersuchung zur Prüfung der Nieren- und Schilddrüsenfunktion notwendig.

Aufgrund des Einsatzes von Röntgenstrahlen kommt es bei einer CT immer zu einer Strahlenbelastung des Patienten. Durch verbesserte Gerätetechnik und Untersuchungssequenzen (u.a. Mehrzeilendetektoren und low-dose-Protokolle) kann diese verringert werden. Die Dosis für eine Abdomen-CT kann zwischen 3,6 und 26,5 mSv liegen (Aldrich, et al., 2006), weswegen aus strahlenhygienischen Gründen die Indikation zurückhaltend gestellt werden sollte.

Studie / Jahr	Divertikulitis		keine Divertikulitis		Sensitivität	Spezifität	PLR	NLR
	RP	FP	RP	FP				
Cho / 1990	25	2	29	0	0,93	1	-	0,07
Doringe / 1990	20	1	9	3	0,95	0,75	3,8	0,06
Pradel / 1997	30	3	24	7	0,91	0,77	4	0,12
Stefanson / 1997	36	16	36	0	0,69	1	-	0,31
Rao / 1998	62	2	86	0	0,97	1	-	0,31
Werner / 2003	65	2	52	1	0,97	0,98	51,4	0,03
Farag Soliman / 2004	42	1	20	0	0,98	1	-	0,02
Tack / 2005	36	3	70	1	0,92	0,99	65,5	0,08
Zusammenfassend (95% CI)					0,94	0,99	78,4	0,06

Abbildung 5: Sensitivität und Spezifität der Computertomographie in der Sigmadivertikulitis in der Meta-Analyse von Laméris et al. Abbildungsnachweis: Laméris W, 2008, RP: richtig positiv, FP: falsch positiv, PLR: positive likelihood rate, NLR: negative likelihood rate.

In einer Meta-Analyse zeigten Laméris et al. 92% / 90% Sensitivität / Spezifität für die Computertomographie zur Diagnose der Sigmadivertikulitis (Laméris, et al., 2008). Mit der CT steht ein diagnostisches Instrument zur Verfügung, welches alle Bereiche des Abdomens einsehen kann und weniger untersucherabhängig ist.

Zusammenfassend sind sowohl Sonographie als auch CT in der Lage, die Sigmadivertikulitis zuverlässig zu detektieren (Destigter K, 2009, Verbanck J, 1989) und einen komplizierten Verlauf zu erkennen.

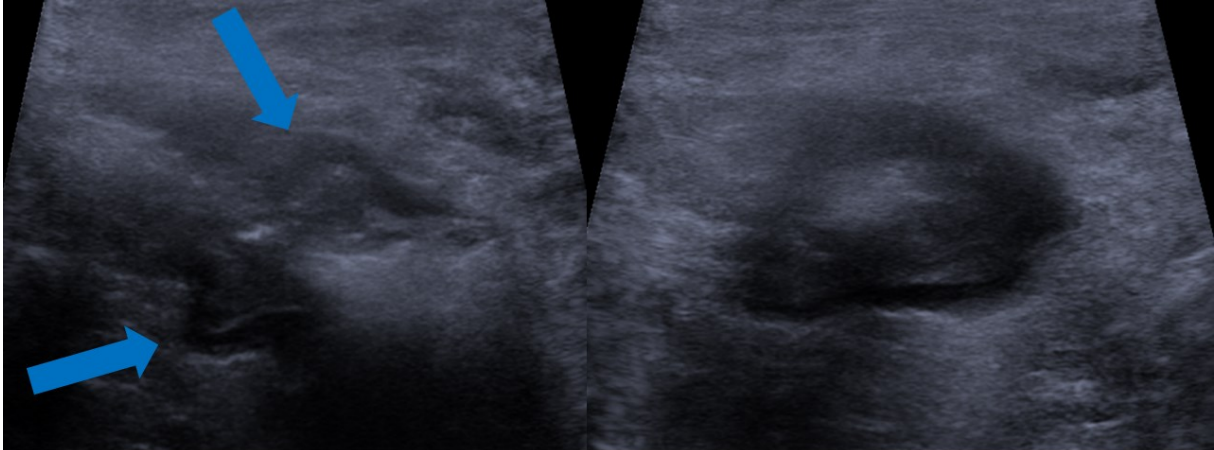


Abbildung 6: Sonographie des Colon sigmoideum bei unkomplizierter Sigmadivertikulitis, CDD 1a. Rechtes Bild: Colon sigmoideum im Längsschnitt, Blaue Pfeile markieren Divertikel. Linkes Bild: Colon sigmoideum im Querschnitt. Deutliche Wandverdickung. Bildnachweis: Uniklinik RWTH Aachen, Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, mit Genehmigung der Klinikdirektorin Prof. Dr. C. Kuhl.

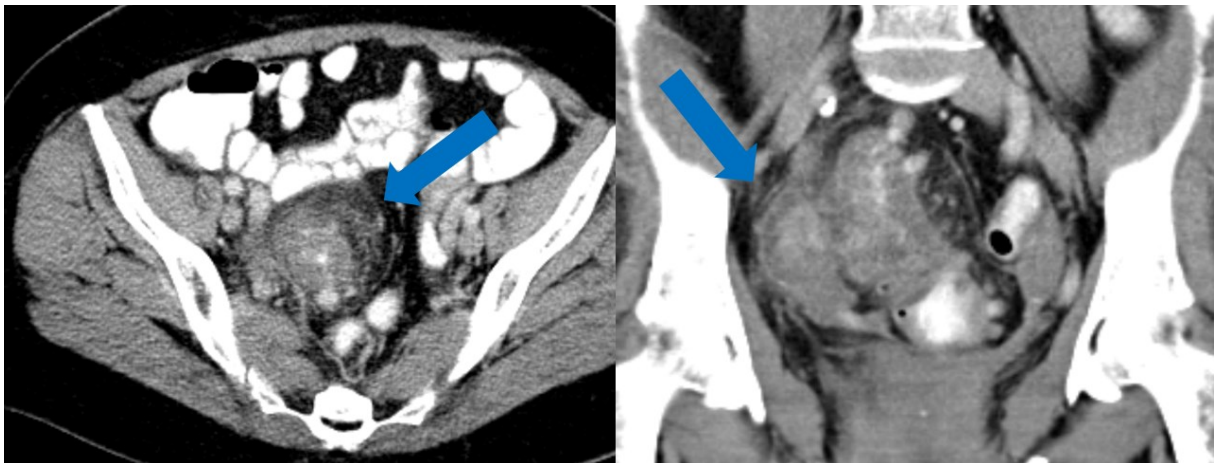


Abbildung 7: CT-Abdomen bei gedeckt perforierter Divertikulitis, CDD 2a. Linkes Bild: Axiale Schnittführung, der blaue Pfeil markiert die mesenteriale Imbibierung angrenzend an das entzündlich wandverdickte Colon sigmoideum. Rechtes Bild: Koronare Schnittführung, der blaue Pfeil markiert eine weichteildichte Verdichtung im perisigmoidalen Fettgewebe, die der gedeckten Perforation entspricht. Bildnachweis: Uniklinik RWTH Aachen, Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, mit Genehmigung der Klinikdirektorin Prof. Dr. C. Kuhl.

Die Magnetresonanztomographie (MRT) ist prinzipiell in der Lage, eine Divertikulitis zu diagnostizieren, ist jedoch aufgrund zahlreicher Einschränkungen in der Routine-Diagnostik ein kaum genutztes Instrument. Probleme der MRT sind ihre begrenzte Verfügbarkeit, die längere Untersuchungsdauer, höhere Kosten gegenüber der CT-Untersuchung und Schwierigkeiten bei der Detektion kleinster extraluminale Luftmengen, welche großen Einfluss auf die Therapieplanung haben. Dem gegenüber steht das Fehlen von ionisierender Strahlung während der MRT-Untersuchung und die Nutzung eines iodfreien Kontrastmittels. Mit dem heutigen Stand der Technik und den vorliegenden Studiendaten scheint die MRT ein Reserveinstrument für

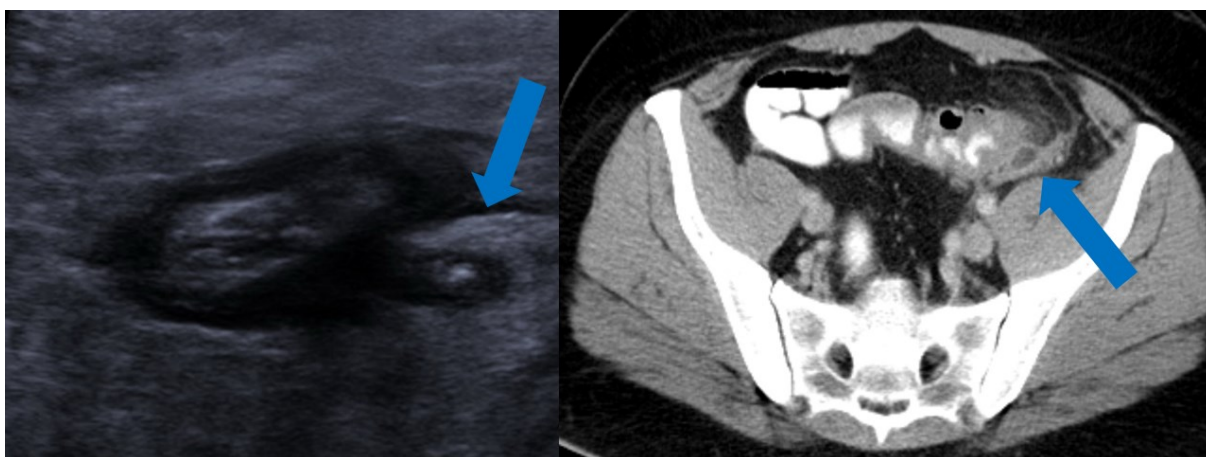


Abbildung 8: Rechtes Bild: Sonographie bei unkomplizierter Sigmadivertikulitis, CDD 1b. Der Pfeil markiert die Peridivertikulitis. Linkes Bild: CT-Abdomen des gleichen Patienten, der Pfeil markiert einen Mikroabszess, der sonographisch nicht detektiert wurde. Bildnachweis: Uniklinik RWTH Aachen, Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, mit Genehmigung der Klinikdirektorin Prof. Dr. C. Kuhl.

Patienten zu sein, welche nur bei vital gefährdender Erkrankung mit ionisierenden Strahlen in Kontakt kommen sollten – z.B. Kinder und Schwangere.

Der Kolonkontrasteinlauf wurde als Primärdiagnostikum inzwischen verlassen, da sich durch ihn zwar gut das Vorhandensein und die Lokalisation der Divertikel nachweisen lassen, aber eine Beurteilung in Hinblick auf Entzündungsintensität und etwaige Abszesse nicht möglich ist (Stollman & Raskin, 1999). Der Koloskopie ist in der Akutdiagnostik relativ kontraindiziert, sollte aber im entzündungsfreien Intervall zum Ausschluss von anderen Pathologien erfolgen. Damit verbleiben in der Primärdiagnostik die abdominelle Sonographie sowie die Computertomographie des Abdomens mit Kontrastmitteln als diagnostische Instrumente.

Die Leitlinie der AWMF stuft Ultraschall und/oder Computertomographie als diagnostische Verfahren der ersten Wahl in der Diagnostik der akuten Divertikulitis ein. Hier wird zu Statement 4.8 mit Hinblick auf §23 (1) der Röntgenverordnung als Verfahren der ersten Wahl bei V.a. Divertikulitis genannt (Leifeld, et al., 2014). Statement 4.10 weist jedoch die CT-Untersuchung, aufgrund der besseren Gesamtübersicht als Untersuchung der Wahl aus, da allein hiermit der gesamte Bauchraum untersucht werden kann. Insbesondere das distale Colon sigmoideum, weit nach mesenterial reichende Abszesse sind einer Ultraschalluntersuchung oft nicht zugänglich (Leifeld, et al., 2014)

In Statement 4.11 sprechen die Autoren sich für eine Kombination von Ultraschall mit einer CT-Untersuchung aus, und weisen auf eine häufige Diskrepanz zwischen radiologischem und

intraoperativem Befund, insbesondere in den Stadien der phlegmonösen Entzündung (Ritz, et al., 2010) In einer über 15 Jahre laufenden Studie untersuchten Ritz et al., ob durch Einführung von Abdomen-CT und Laparoskopie die Rate an Operationen zur Behandlung der Sigmavertikulitis zunahm. Hierbei wurde beobachtet, dass über den Untersuchungszeitraum ab den 2000er Jahren in über 90% der Fälle zur primären Diagnostik angewendet wurde (Ritz, et al., 2011). Während die Leitlinie die Sonographie als primäre diagnostisches Instrument lanciert, wird dennoch bei einem Großteil der Patienten eine Abdomen-CT durchgeführt.

Statements der S2-Leitlinie Divertikelkrankheit zur bildgebenden Diagnostik:

4.8: „Die qualifizierte abdominelle Sonographie soll als aussagefähiges Schnittbildverfahren in der Primär- und Verlaufsdiagnostik der akuten Divertikulitis eingesetzt werden.“

4.10: „Bei besonderen Lokalisationen (Distanzabszesse weit mesenterial, tiefliegende Divertikulitiden im unteren Sigma) hat die US-Untersuchung Nachteile gegenüber der CT-immanenten Übersicht und Detektionsrate. Dies sollte insbesondere bei der Einschätzung der Lokalsituation bei notfallmäßiger OP-Indikation bedacht werden.“

4.11: „Ultraschall und / oder Computertomographie (CT) sollen als diagnostische Verfahren bei V.a. Divertikulitis eingesetzt werden. Der Kolonkontrast-Einlauf soll nicht mehr zur Diagnose der Divertikulitis eingesetzt werden.“

Abbildung 9: Statements der S2-Leitlinie Divertikelkrankheit zur bildgebenden Diagnostik, Abbildungsnachweis: Leifeld, et al., 2014

1.9 Therapie & Komplikationen

Die Therapie der Divertikulitis ist stadienadaptiert und im folgenden Kapitel werden die verschiedenen Therapiestrategien anhand der Typeneinteilung der CDD (Leifeld, et al., 2014) beschrieben.

Typ 1-Divertikulitiden sind Divertikulitiden ohne (Typ 1a) oder mit phlegmonöser Umgebungsreaktion (Typ 1b). Sie sollten stets konservativ behandelt werden (Leifeld, et al., 2014). Einige Studien schlugen sogar vor, bei leichtesten Verlaufsformen die Behandlung ambulant durchzuführen, wenn keine signifikanten Komorbiditäten vorliegen, orale Antibiotika verfügbar sind, adäquate Schmerztherapie durchgeführt werden kann und durch das soziale Umfeld und Zugang zu ambulanten Kontrollen ein Therapieerfolg sichergestellt werden kann (Friend & Mills, 2011). In ihrem Review stellten Sánchez-Velázquez et al. zusätzlich fest, dass durch die ambulante Behandlung Kosten gespart werden können und machte auf Studien aufmerksam, die die Antibiotikagabe bei allein unkomplizierten Verläufen der Divertikulitis in Frage stellen (Sánchez-Velázquez, et al., 2016).

In Zusammenschau aktueller Studien sprechen Kruse und Leifeld die Empfehlung aus, Typ 1-2a Divertikulitiden konservativ zu behandeln. Für Typ 1a sei eine symptomatische Behandlung mit Spasmoanalgesie, Nahrungskarenz und i.v.-Flüssigkeitsgabe ausreichend, für Typ 1b und 2a soll eine Antibiose durchgeführt werden, die auf die zu erwartenden Anaerobier wie *Peptostreptococci*, Clostridien und *Fusobacteriae* und Gram-negativen Spezies wie *E. coli* ausgerichtet ist (Kruse & Leifeld, 2015). Des Weiteren besteht für einen Großteil der erfolgreich behandelten Patienten nach Typ 1-Divertikulitis keine OP-Indikation (Collins & Winter, 2008).

Für besondere Patientengruppen, die ein erhöhtes Risiko für Komplikationen oder ein erneutes Auftreten der Erkrankung haben (Immunsuppression, z.B. bei Transplantierten, chronische Glucocorticoid-Therapie, s. Ätiologie-Kapitel) kann eine elektive OP infrage kommen (Klarenbeek, et al., 2010).

Beim Vorliegen von Abszessformationen (Typ 2a und 2b) > 3cm Durchmesser sollte eine interventionelle Drainage erfolgen. Ist der Abszess kleiner als 3 cm ist eine konservative Therapie oftmals ausreichend, Abszesse < 3 cm können oftmals CT-gestützt drainiert werden (Siewert, et al., 2006). Ist ein Abszess z.B. durch ungünstige Lage nicht durch Drainage zu entlasten sollte ein konservativer Therapieversuch erfolgen. Bei ausbleibendem Erfolg nach drei Tagen sollte eine Operation zur Entlastung erwogen werden (Leifeld, et al., 2014). Nach erfolgreicher konservativer Therapie sollte bei Patienten mit einem Stadium 2b eine Operation

im entzündungsfreien Intervall erfolgen, da nach der konservativen Behandlung von Abszessen Strukturanomalien zurückbleiben (Holmer, et al., 2010), die das Risiko für ein erneutes Auftreten einer akut-komplizierten Divertikulitis erhöhen (Ambrosetti, et al., 1997).

Bei Vorliegen einer freien Perforation und diffuser Peritonitis (Typ 2, 2c1, 2c2) ist eine Notfall-Laparotomie unmittelbar nach Diagnosestellung erforderlich (Leifeld, et al., 2014).

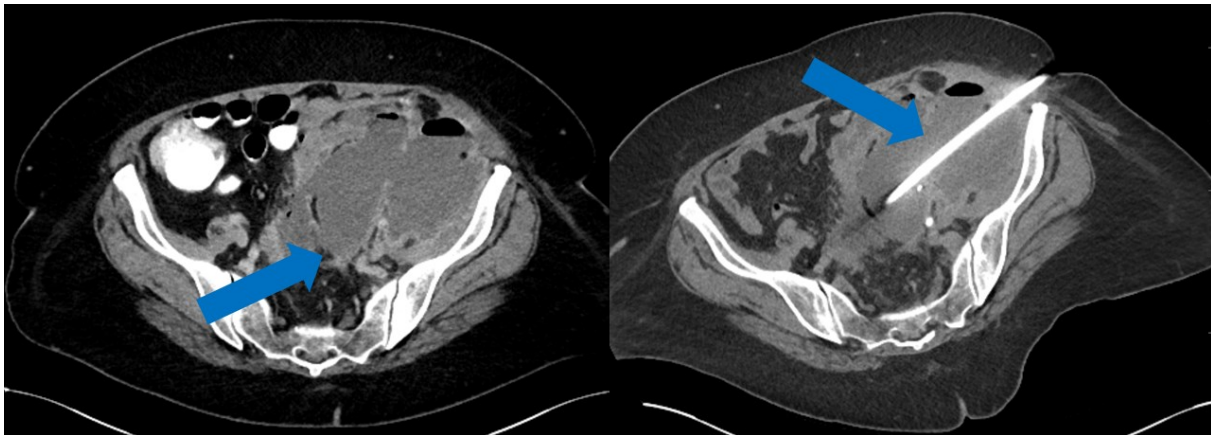


Abbildung 10: Rechtes Bild: CT einer gedeckt perforierten Sigmadivertikulitis mit Abszess (Pfeil), CDD 2b. Linkes Bild: Entlastung mittels CT-gesteuerter Drainagenanlage (Pfeil). Bildnachweis: Uniklinik RWTH Aachen, Klinik für Diagnostisch und Interventionelle Radiologie, mit Genehmigung der Klinikdirektorin Prof. Dr. C. Kuhl.

Weniger klar sind die Empfehlungen für die chronischen Formen der Divertikelkrankheit (Typ 3 der CDD). Postdivertikulitische Stenosen sind eine der häufigsten Gründe für die elektive Operation laut der Arbeit von Klarenbeek et al. (Klarenbeek, et al., 2010); Leifeld et al. sprechen in der AWMF-Leitlinie die Empfehlung für die Operation solcher Stenosen nur aus, wenn sich diese durch Obstipationen und Stuhlverhalt äußert (Leifeld, et al., 2014).

Typ 3a der CDD bezeichnet die sogenannte symptomatische unkomplizierte Divertikelkrankheit (SUDD), bei der Symptome auftreten, die mit dem Vorliegen von Divertikulose in Verbindung gebracht werden (Strate, et al., 2012). Dazu zählen u.a. abdominale Schmerzen und eine Veränderung des Stuhlverhaltens. In Laboruntersuchung werden fakultativ ein erhöhtes CRP und erhöhte Leukos als Zeichen einer Entzündung nachgewiesen. Als Typ 3b werden rekkurierende Divertikulitiden ohne Komplikationen bezeichnet. Das Management dieser Patienten stellt sich im klinischen Alltag oft als schwierig heraus, da zum einen die genauen Gründe für das Auftreten der SUDD nicht verstanden sind und zum anderen die Arbeiten, die Behandlungsstrategien erarbeiten bisher nicht zwischen diesen Typen differenzieren. Als Behandlung dieser Typ 3a & 3b-Divertikelkrankheit wird oral appliziertes Mesalazin vorgeschlagen, welches sich in randomisiert-kontrollierten Studien als einem Placebo überlegen herausstellte (Kruis W, 2013; Di Mario F, 2005; Comparato G, 2007). Um solche chronischen Verläufe zu durchbrechen war lange Zeit ein operatives Vorgehen angezeigt. Alte Leitlinien empfahlen die Sigmaresektion im entzündungsfreien Intervall nach

dem zweiten Schub, um einerseits eine Symptomkontrolle zu erreichen und andererseits schweren Komplikationen wie Perforation und Sepsis und damit eine erhöhte Mortalität zu vermeiden, da angenommen wurde, eine konservative Therapie sei nach dem zweiten Schub von geringerer Wirksamkeit (Stollman, et al, 1999; Kohler, et al., 1999). Neuere Studien über den natürlichen Verlauf der Divertikulose widersprechen dieser Meinung, indem gezeigt werden konnte, dass einerseits das Rezidivrisiko gering ist (Buchs, et al., 2015) und andererseits das Risiko für Komplikationen (am Beispiel der Perforation) im Verlaufe der Zeit sinkt (Ritz JP, 2011). So bleibt festzuhalten, dass die Entscheidung über die elektive Sigmaresektion in genauer Betrachtung des Patientens, seines Alters und seiner Komorbiditäten und Krankheitsaktivität gefällt werden muss, da die durch die Operation bezweckten Ziele (Reduktion von Divertikulitis-assoziierten Komplikationen, Reduktion von Notfall-OPs, Reduktion der Symptome, Reduktion von Kolostoma-Anlagen) nicht erreicht werden (Jurowich & Germer, 2015).

Eine geplante elektive Operation sollte bei geeigneten Patienten laparoskopisch erfolgen. Diese Empfehlung lässt sich mit kürzeren OP-Zeiten, weniger Blutverlust, kürzerer Hospitalisierungszeit, weniger postoperativen Schmerzen und insgesamt niedrigeren Kosten begründen (Gaertner, et al., 2013). Optional ist die Mobilisation der linken Kolon-Flexur, um eine spannungsfreie Anastomose herzustellen (Jurowich & Germer, 2015). Bei der Anastomose sollte es sich um eine Descendorectostomie handeln, da diese im Vergleich mit der Descendosigmostomie nicht mit erneutem Auftreten der Divertikulitis verbunden ist (Benn, et al., 1986). Um postoperative Anastomoseninsuffizienz, und sexuelle Dysfunktion durch Nervenschädigungen, vermeiden sollte, wo möglich, die Arteria mesenterica inferior erhalten werden (Tocchi, et al., 2001). Ein protektives Ileostoma kann zur Entlastung der Descendorectostomie bei Patienten mit einem erhöhten Risiko für eine Anastomosen-Insuffizienz angelegt werden (Jurowich & Germer, 2015).

Im Falle einer nicht elektiven Operation im Rahmen von perforierten oder abszedierten Sigmoiddivertikulitiden mit Peritonismus und/oder Sepsis stehen zum einen das etablierte Hartmann-Verfahren und die Sigmaresektion mit primärer Anastomose in Form einer Descendorectostomie und eventuell Anlage eines protektiven doppelläufigen Ileostomas zur Verfügung.

Bei der Hartmann-Operation wird in einem ersten Eingriff eine Sigmaresektion mit Anlage eines Descendostomas durchgeführt. Der entstandene Rektumstumpf wird übernäht, um dann in einem zweiten Eingriff eine Kontinuitätswiederherstellung zu erreichen.

Im Gegensatz dazu wird bei der Sigmaresektion mit primärer Anastomose versucht, die Stuhlpassage zu erhalten. Gegebenfalls kann zur Entlastung der Descendorectostomie bei Risikoanastomosen ein protektives doppeläufiges Ileostoma angelegt werden.

In einer Meta-Analyse fanden die Autoren Halim et al. heraus, dass die Mortalität in Patienten mit primärer Resektion im Vergleich zur Hartmann-Operation geringer ist (4,3 – 8,2% vs. 9,4 – 10,8%). Allerdings merken die Autoren an, dass ein statistisch signifikanter Unterschied nur bei Beobachtung der retrospektiven Studien beobachtet wird und dass bei Betrachtung von drei randomisierten prospektiven Studien kein solcher Effekt beobachtbar ist. Es wird ein inherenter Selektions-Bias der retrospektiven Arbeiten als mögliche Ursache diskutiert. Infolge schließen die Autoren, dass sowohl Hartmann-Operation als auch Sigmaresektion mit primärer Anastomose akzeptable Therapie-Konzepte darstellen (Halim, et al., 2019).

CDD-Stadium	Therapie
0 – Divertikulose	Keine
1a/b – Divertikulitis / phlegmöse Divertikulitis 2a – Divertikulitis mit Mikroabszess	Stationäre Aufnahme, i.v.-Antibiose, Schonkost
2b – Divertikulitis mit Makroabszess	CT-Drainage, sonst wie 1a/b und 2a. Laparoskopisch assistierte Sigmaresektion im entzündungsfreie Intervall
2b/c – Divertikulitis mit eitriger/kotiger Peritonitis	Notfall-Operation mit Sigmaresektion und primärer Anastomose oder Hartmann-Verfahren
3 – chronische Diveritkulitis	Symptomorientierte konservative Therapie
4 – Divertikelblutung	Endoskopische / angiographische Blutstillung

Abbildung 11: Therapie entsprechend dem CDD-Stadium

1.10 Das standardisierte Vorgehen an der Universitätsmedizin

Rostock

Das standardisierte Vorgehen in der Diagnostik der akuten Sigmadivertikulitis an der Chirurgischen Universitätsklinik Rostock relativiert den Einsatz der CT im Vergleich zu bestehenden Leitlinienempfehlungen (s.Kapitel 1.8). Das Vorgehen wurde bereits durch eine retrospektive Untersuchung evaluiert (Promotionsarbeit Charlotte Bittkau, Rostock 2021).

Die Patienten werden zunächst einer körperlichen Untersuchung unterzogen wird. Die Diagnostik wird um Laborwerte (insbesondere die Entzündungsparameter C-reaktives Protein und Leukozyten) und eine Abdomen-Sonographie durch die Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie erweitert. Fallen schon während der klinischen Untersuchung Hinweise für ein akutes Abdomen auf wird, je nach Konstellation, entweder eine Abdomen-CT erstellt oder direkt eine Notfall-Laparotomie durchgeführt. Präsentiert sich der Patient zunächst klinisch

stabil, wird nach Zusammenschau der Befunde von Labor, körperlicher Untersuchung und Sonographie das weitere Vorgehen geplant. Bei nicht wegweisender Sonographie, z.B. bei Adipositas oder schlechten Schallbedingungen ist eine CT zur Klärung der Beschwerden indiziert. Bestätigt die Sonographie hingegen den Verdacht auf eine unkomplizierte Divertikulitis, so wird eine stationäre Aufnahme veranlasst und unter Nahrungskarenz bzw. schonendem Kostaufbau eine intravenöse Antibiose unter Berücksichtigung des bekannten Erregerspektrums begonnen. Hierfür werden in der Regel Ciprofloxacin und Metronidazol in Kombination verabreicht, besteht eine Unverträglichkeit gegen diese Medikamente wird stattdessen Ertapenem angewendet. Kommt es hierunter innerhalb von 72 h nicht zu einer Befundbesserung des Patienten wird zur Klärung einer mutmaßlich vorliegenden komplizierten Divertikulitis eine abdominelle CT durchgeführt und hiernach das therapeutische Konzept reevaluiert. Siehe dazu auch Abb. 12.

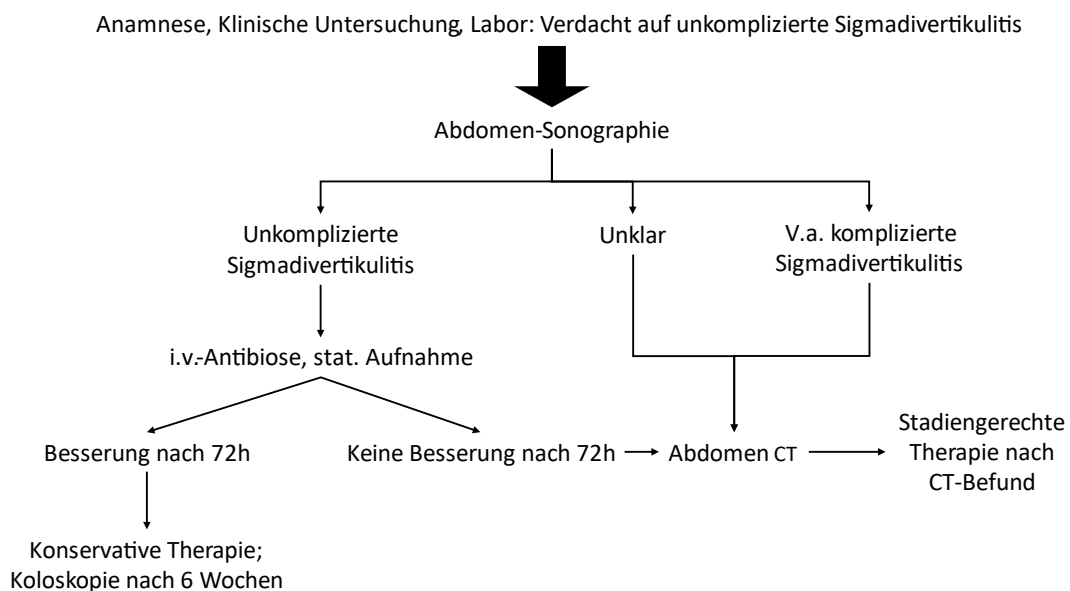


Abbildung 12: Diagnostisches Vorgehen an der UMR

1.11 Fragestellung der Arbeit

Ziel der Arbeit war es, die Datengrundlage dafür zu schaffen, dass im diagnostischen Algorithmus der Sigmadivertikulitis der Einsatz der Computertomographie und damit die Strahlenexposition des Patienten ohne Konsequenzen für den Behandlungserfolg reduziert werden kann.

Fragestellungen:

1. Kann bei klinischer und sonographischer Einstufung einer Sigmadivertikulitis als unkompliziert auf eine CT-Untersuchung verzichtet werden, ohne dass dies Auswirkung auf den Therapieerfolg hat?
2. Wie häufig muss das therapeutische Vorgehen korrigiert werden, wenn auf eine CT verzichtet wird?
3. Werden therapierelevante Begleitbefunde übersehen, wenn man auf eine CT verzichtet?
4. Wie unterscheiden sich die beiden Patientengruppen klinisch, bei denen eine unkomplizierte (Studiengruppe) oder eine komplizierte Divertikulitis (Gruppe mit Komplikationen) klinisch und sonographisch angenommen wurde?

2 Patienten und Methoden

2.1 Untersuchungszeitraum

Der Erhebungszeitraum dieser prospektiven klinischen Studie umfasste die Zeit 08.10.2012 bis zum 19.01.2015.

2.2 Erhebung des Patientenkollektivs

Für den Einschluss in die Studie galten die folgenden Aufnahmekriterien:

- Patienten beiderlei Geschlechts,
- Alter 18-100 Jahre,
- klinisch und sonographisch Anhalt auf eine unkomplizierte Sigmadivertikulitis,
- erste Bildgebung innerhalb der Universitätsmedizin Rostock,
- schriftliche Zustimmung

Es wurden insgesamt 70 Patienten eingeschlossen, die sich im Studienzeitraum in der Notaufnahme des Perioperativen Zentrums der Universitätsmedizin Rostock mit o.g. erfüllten Einschlusskriterien vorstellten.

Falls im Rahmen der körperlichen Untersuchung oder der Sonographie der Verdacht auf eine komplizierte Sigmadivertikulitis gestellt wurde, konnte der Patient nicht in die Studie eingeschlossen werden.

Im Rahmen der Routinediagnostik erfolgte eine Sonographie des Abdomens immer am Aufnahme- und Computertomographie wurde innerhalb von 24 Stunden nach stationärer Aufnahme angefertigt.

Es wurde ein Studienprotokoll geführt, welches durch den behandelnden Arzt mit mindestens Facharztreihe ausgefüllt wurde. Das Protokoll erfragte die folgenden patientenbezogenen Daten: Name, Vorname, Fallnummer, sowie:

 <p>Universität Rostock</p>	 <small>1709</small> <small>TRADITIO ET INNOVATIO</small>	 <p>Universitätsmedizin Rostock</p>			
<p>Klinik und Poliklinik für Chirurgie Abteilung für Allgemeine, Thorax-, Gefäß- und Transplantationschirurgie</p>					
<p>STUDIENPROTOKOLL</p>					
<p>„Evaluation des Stellenwertes der Routine-CT in der Differentialdiagnostik der unkomplizierten Sigmadivertikulitis“</p>					
Patient:	Name: _____	Vorname: _____			
	Geb.datum: _____	Fall-Nr.: _____			
Aufnehmender Arzt:	Dr. _____				
Einschlusskriterien					
<ul style="list-style-type: none"> • Patienten beiderlei Geschlechts im Alter zwischen 18 und 100 Jahren • klinisch und sonographisch unkomplizierte Sigmadivertikulitis • schriftliche Einwilligung zur Studienteilnahme 					
Anzahl der vorangegangenen Schübe					
<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> unbekannt aber mehrere					
Triple-Kontrast-CT					
<ul style="list-style-type: none"> • Aufnahmezeitpunkt wegen <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> unklarer Klinik <input type="checkbox"/> unklarer Sonographie <input type="checkbox"/> sonographisch V.a. Komplikation • Tag nach Aufnahme <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> nur im Rahmen der Studie 					
Wäre das CT nach „altem“ Standard durchgeführt worden? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein					
Antibiose					
1. Wahl: 2 x 500 mg Ciprofloxacin plus 3 x 500 mg Metronidazol (mind. 2 Tage i.v.)					
2. Wahl: 1 x 1 g Invanz® (Ertapenem) für ≥ 5 Tage (bei Unverträglichkeit)					
Labor					
bei Aufnahme: CRP _____ mg/dl Leukozyten _____					
Kontrollen 2. und 4. Tag nach stationärer Aufnahme					
Kostaufbau					
Tag	0	1	2	3	≥4
Kost	Tee	Tee	Tee / Suppe	Tee / Suppe / Weizenbrot	leichte Kost
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 1/1 Studienprotokoll </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">„Evaluation des Stellenwertes der Routine-CT in der Differentialdiagnostik der unkomplizierten Sigmadivertikulitis“</p>					

Abbildung 13: Studienprotokoll

- I. Zahl der vorausgegangenen Sigmadivertikulitis-Schübe
- II. Indikation der CT:
 - V.a. Komplikationen
 - Unklare Sonographie
 - Unklare Klinik
 - Nur im Rahmen der Studie
- III. Antibiose:
 - a. 2 x 500 mg Ciprofloxacin + 3 x 500 mg Metronidazol i.v. /d
 - b. 1 x 1g Invanz [®] (Ertapenem)/d (bei Unverträglichkeit gegen a.)
- IV. Labor:
 - a. C-reaktives Protein in mg/dl bei Aufnahme
 - b. Leukozyten in gpt/l bei Aufnahme

Sowie Kontrollen im stationären Verlauf

Zusammen mit den radiologischen Befunden der Abdomensonographie und Computertomographie wurden die Daten aus dem Protokoll im Folgenden in einer mit dem Programm Excel erstellten Tabelle aufbereitet und um folgende Punkte aus der Patientenakte ergänzt:

- Aufnahme- und Entlassungsdatum, stationäre Verweildauer
- Körpergewicht und -größe, Body-Mass-Index (BMI)

2.3 Gruppeneinteilung

Die Patienten wurden anhand des klinischen und sonographischen Befunds in zwei Gruppen eingeteilt.

Bei Patienten der Gruppe 1 - im Weiteren auch bezeichnet als „Gruppe mit Komplikationen“ (GMK) - bestand bei der klinischen Untersuchung und aufgrund der Sonographie Verdacht auf eine komplizierte Sigmadivertikulitis oder es gab kein verwertbares Ergebnis in der Sonographie. In dieser Gruppe wurde die Diagnostik durch eine unmittelbar durchgeführte CT aufgrund klinischer Indikation komplettiert.

In Gruppe 2 - im Weiteren auch bezeichnet als „Studiengruppe“ (SG) - bestand bei der klinischen Untersuchung und in der Sonographie Verdacht auf eine unkomplizierte Sigmadivertikulitis. In dieser Gruppe wurde eine CT im Rahmen des Studienprotokolls durchgeführt. Aufgrund des diagnostischen Algorithmus der Chirurgischen Universitätsklinik Rostock hätte keine Indikation zur CT bestanden. Diese Untersuchung fand innerhalb von 24 h nach der stationären Aufnahme statt.

2.4 Bildgebung und radiologische Befunderhebung

Die sonographischen Befunde wurden mithilfe eines Toshiba aplio XG unter Zuhilfenahme des 3,5 & 6 MHz-Konvexschallkopfes und des 8 MHz-Linearschallkopfes erhoben. Die Sonografeure verfügten über zwischen sechs und 12 Monaten Ultraschall-Erfahrung. Es wurden standardisierte Schnitte zur Darstellung der parenchymatösen Bauchorgane und zur Beurteilung des Retroperitoneums und der Beckenorgane verwendet. Zur Beurteilung des Darms wurde die „graded compression“-Technik verwendet. Hierbei übt der Untersucher mithilfe des Schallkopfes Druck auf die Bauchdecke aus und versucht so, einzelne Darmschlingen zur besseren Sichtbarkeit zu isolieren. Gleichzeitig wird so das punctum maximum der Schmerzsymptomatik untersucht, um eine eventuell veränderte Darmschlinge sicher zu visualisieren.

Für die Computertomographie stand ein Toshiba Aquilion 64-Zeiler zur Verfügung. Es erfolgte eine CT-Untersuchung des Abdomens mit einem intravenös verabreichten, iodhaltigen Kontrastmittel (Imeron 400 (Bracco Imaging Deutschland, Konstanz, Deutschland) bzw. Ultravist 300 (Bayer Vital, Leverkusen, Deutschland) in der portalvenösen Phase mit gegebenenfalls zusätzlicher rektaler und oraler Kontrastierung mittels eines handelsüblichen wasserlöslichen Kontrastmittels (Solutrast). Von den 66 vorliegenden CT-Untersuchungen wurden drei in nativer Untersuchungstechnik durchgeführt. In zwei Fällen war eine stark eingeschränkte Nierenfunktion ursächlich, in einem Fall lag zum Untersuchungszeitpunkt kein aktueller TSH-Wert vor. In 16 Fällen wurde zusätzlich Röntgen-positives orales Kontrastmittel verabreicht, in drei Fällen wurde Röntgen-positiv rektales Kontrastmittel verabreicht.

Die Befundung erfolgte durch die Assistenzärzte der Radiologie unter Aufsicht eines Oberarztes mit einem handelsüblichen DICOM-Viewer

Aus den radiologischen Befunden wurden die folgenden Informationen in die Excel-Tabelle übernommen:

Sonographie

- Freitext Befund
- Divertikulitis ja/nein
- Komplikationen ja/nein
 - Abszesse, (gedeckte) Perforationen
- Nebenbefunde? Falls vorhanden Auflistung in Textfeld

Computertomographie

- Freitext Befund
- Divertikulitis ja/nein
- Komplikationen ja/nein
 - Abszesse, (gedeckte) Perforationen
- Nebenbefunde? Falls vorhanden Auflistung in Textfeld

Die erhobenen Nebenbefunde wurden in einer separaten Liste aufgezählt.

2.5 Statistik

Es wurden, Minima und Maxima, Standardabweichungen, Sensitivitäten und Spezifitäten errechnet. Zur Beurteilung der Signifikanz kamen der Chi-Quadrat Test, der Mann-Whitney-U-Test sowie der Fisher's exact test zur Anwendung. Hierbei wurde Fisher's exact test eingesetzt, wenn für einen Chi-Quadrat-Test zu wenige Werte zur Verfügung standen. Eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$ wurde dabei als statistisch signifikant angesehen.

Erstellte Boxplots in den Abbildungen 15, 16, 19, 20 und 26 folgen üblichen Standards: Die Whiskers weisen Minima und Maxima aus, die Box umfasst 50% der erhobenen Werte und die Linie in der Boxmitte kennzeichnet den Median.

3 Ergebnisse

3.1 Vorstellung des Patientenkollektivs

Es wurden insgesamt 70 mögliche Patienten rekrutiert. Jedoch erfolgte bei zwei Patienten bereits extern eine Bildgebung, sodass sie nicht in die Studie eingeschlossen werden konnten. Zwei weitere Patienten stellten sich nicht über die Notaufnahme vor, sondern wurden von einer anderen Abteilung verlegt, sodass keine vollständige Bildgebung an der Universitätsmedizin Rostock erfolgte. Diese Patienten wurden ebenfalls nicht in die Studie eingeschlossen.

3.1.1 Geschlechterverteilung

Die Studiengruppe umfasste 30 Patienten, davon 37% (n=11) Frauen. Die Gruppe mit Komplikationen umfasste 36 Patienten, davon 67% (n=24) Frauen. Auf die Gruppe mit Komplikationen entfällt ein signifikant höherer Frauenanteil als auf die Studiengruppe ($p=0,015$).

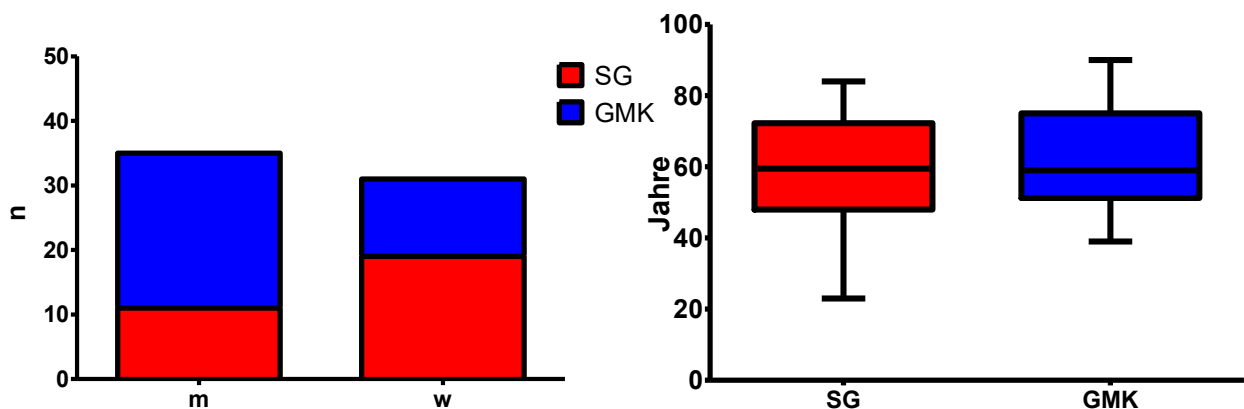


Abbildung 14: Geschlechterverteilung

Abbildung 15: Altersverteilung

3.1.2 Alter

Der Altersdurchschnitt in der Studiengruppe betrug 58,8 Jahre mit einer Standardabweichung von 14,57 Jahren. Das Altersminimum in der Studiengruppe betrug 23 Jahre, das Altersmaximum betrug 84 Jahre. Der Altersdurchschnitt in der Gruppe mit Komplikationen betrug 63,58 Jahre mit einer Standardabweichung von 14,2 Jahren. Das Altersminimum in der

Routinegruppe betrug 41 Jahre, das Altersmaximum betrug 90 Jahre. Es ergab sich keine statistische Signifikanz bezüglich der Altersverteilung.

3.1.3 BMI

Der durchschnittliche BMI in der Studiengruppe betrug $28,3 \text{ kg/m}^2$ mit einer Standardabweichung von 1,76. In der Studiengruppe lag der minimale BMI bei $23,23 \text{ kg/m}^2$, der maximale BMI bei $35,27 \text{ kg/m}^2$. In der Studiengruppe waren 20% ($n=6$) der Teilnehmer normalgewichtig, 53% ($n=16$) waren übergewichtig (präadipös, $\text{BMI} >25$ und $<30 \text{ kg/m}^2$) und 27% ($n=8$) waren krankhaft fettleibig (adipös, $\text{BMI} >30 \text{ kg/m}^2$). Der durchschnittliche BMI in der Gruppe mit Komplikationen betrug $28,02 \text{ kg/m}^2$ mit einer Standardabweichung von 4,28. In der Gruppe mit Komplikationen lag der minimale BMI bei $19,24 \text{ kg/m}^2$, der maximale BMI bei $36,45 \text{ kg/m}^2$. In der Gruppe mit Komplikationen waren 22% ($n=8$) der Teilnehmer normalgewichtig, 44% ($n=16$) waren präadipös und 33% ($n=12$) waren adipös. Es ergab sich zwischen den Gruppen keine statistische Signifikanz bezüglich der Gewichtsverteilung.

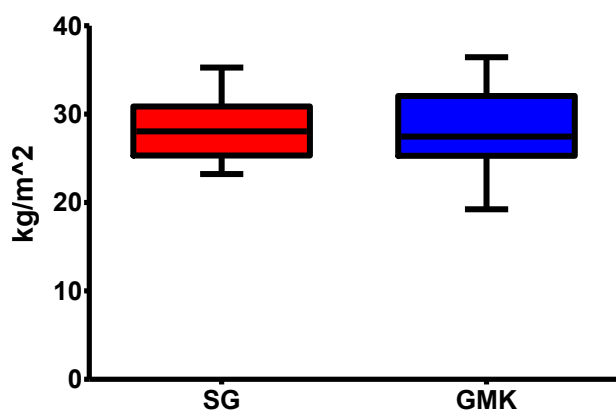


Abbildung 16: BMI

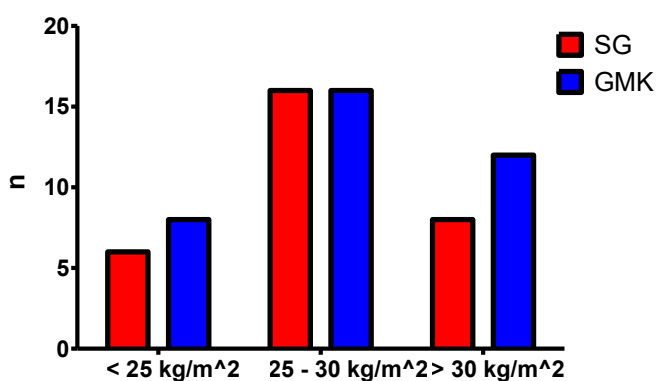


Abbildung 17: Gewichtsverteilung

3.1.4 Manifestationen

In der Studiengruppe stellten sich 83% ($n=25$) der Patienten mit der ersten Manifestation der Sigmadivertikulitis vor, 13% ($n=4$) mit der zweiten Manifestation und 3% ($n=1$) mit einer unbekanntem Anzahl an vorausgegangenen Manifestationen. In der Gruppe mit Komplikationen stellten sich 78% ($n=28$) der Patienten mit der ersten Manifestation der Sigmadivertikulitis vor, 14% ($n=5$) mit der zweiten Manifestation, 3% ($n=1$) mit der dritten Manifestation und 6% ($n=2$) mit einer unbekanntem Anzahl an vorausgegangenen Manifestationen. Bezüglich der An-

zahl der Sigmadivertikulitis-Manifestationen zwischen beiden Gruppen ergab sich keine statistische Signifikanz. Eine einzige Patientin stellte sich während des Studienzeitraums mit mehrfachen Episoden einer Sigmadivertikulitis vor. Zwischen den Aufenthalten lagen 13 Tage.

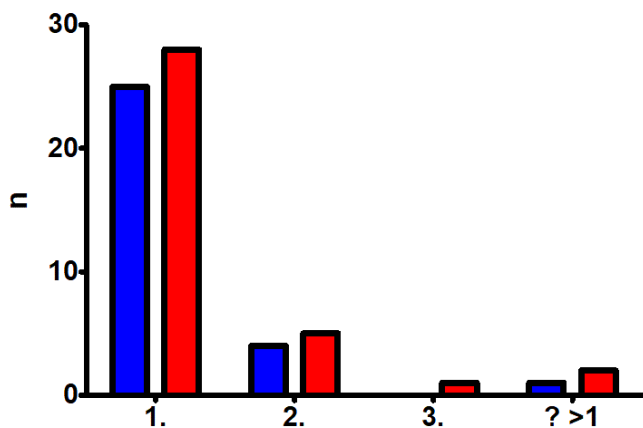


Abbildung 18: Anzahl von Manifestationen der Sigmadivertikulitis, ? >1 = unbekannt, aber mehrere. Rot: SG, Blau: GMK

3.1.5 Laborparameter

Der initial erhobene CRP-Wert betrug in der Studiengruppe durchschnittlich 64,09 mg/dl mit einer Standardabweichung von 51,32 mg/dl. Der niedrigste gemessene Wert betrug 2 mg/dl, der höchste gemessene Wert betrug 212 mg/dl. Der initial erhobene CRP-Wert betrug in der Gruppe mit Komplikationen durchschnittlich 83,81 mg/dl mit einer Standardabweichung von 76,29 mg/dl. Der niedrigste gemessene Wert betrug 1 mg/dl, der höchste gemessene Wert betrug 305 mg/dl. Es ergab sich zwischen den Gruppen kein statistisch signifikanter Verteilungsunterschied bezüglich des CRP-Werts.

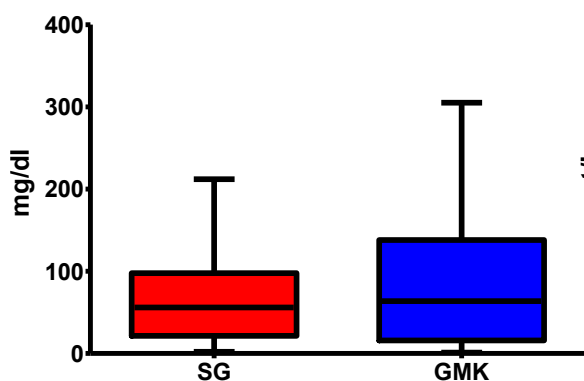


Abbildung 19: CRP

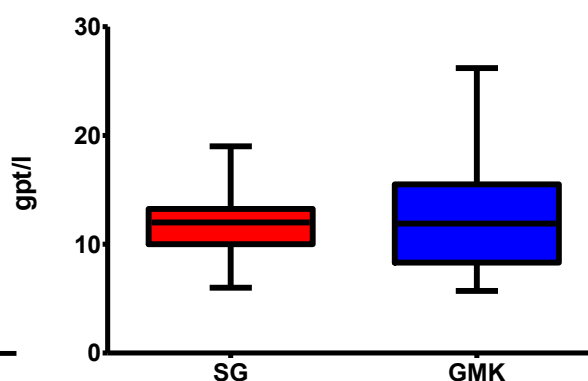


Abbildung 20: Leukozyten

Die initiale Leukozytenzahl betrug in der Studiengruppe durchschnittlich 11,81 gpt/l mit einer Standardabweichung von 2,74 gpt/l. Der niedrigste gemessene Wert betrug 6,18 gpt/l, der höchste gemessene Wert betrug 19,30 gpt/l. Die initiale Leukozytenzahl betrug in der Gruppe mit Komplikationen durchschnittlich 12,17 gpt/l mit einer Standardabweichung von 4,49 gpt/l. Der niedrigste gemessene Wert betrug 5,71 gpt/l, der höchste gemessene Wert betrug 26,2 gpt/l. Es ergab sich zwischen den Gruppen kein statistisch signifikanter Verteilungsunterschied bezüglich der Leukozyten.

3.2 Indikationsstellung zur Computertomographie innerhalb der Gruppe mit Komplikationen

Patienten mit v. a. komplizierter Divertikulitis oder unklarer Sonographie wurden in die „Gruppe mit Komplikationen“ eingeteilt und zur weiteren Klärung eine CT des Abdomens durchgeführt. Dabei war eine Mehrfachnennung bei der Angabe der CT-Indikation möglich. In 58% (n=21/36) war eine unklare Sonographie indikationsgebend für die CT, in 25% (n=9) eine unklare Klinik und in 47% (n=17) bestand sonographisch Verdacht auf eine komplizierte Sigmadivertikulitis.

Die Patienten waren in einem größeren Anteil übergewichtig, wenn die Sonographie als unklar gewertet wurde (81% Übergewichtige, n=17/21 bei unklarer Sonographie gegenüber 73% Übergewichtige, n=11/15 bei gut beurteilbarer Sonographie). Es ergab sich kein signifikanter Verteilungsunterschied im Fisher's exact test (p=0,694).

War die Sonographie nur eingeschränkt beurteilbar wurde seltener sonographisch die Diagnose Sigmadivertikulitis gestellt: In 62% (n=13/21) der Fälle mit erschwert beurteilbarer Sonographie wurde keine Sigmadivertikulitis diagnostiziert, während in nur 7% (n=1/15) der Fälle mit gut beurteilbarer Sonographie keine Sigmadivertikulitis diagnostiziert wurde. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant im Fisher's exact test (p=0,0013). Mittels CT wurde in der Gruppe mit unklarer Sonographie in 67% (n=14/21) der Fälle eine Sigmadivertikulitis gesichert, in der Gruppe mit beurteilbarer Sonographie änderte sich die Diagnose nach Durchführung der CT nicht (93% mit sonographisch und CT-graphisch gesicherter Sigmadivertikulitis, n=14/15).

	Gesamtes Kollektiv				Studiengruppe				Gruppe mit Komplikationen				p
	Mittelwert	Std.-Abweichung	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.-Abweichung	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.-Abweichung	Minimum	Maximum	
Alter (J)	61,86	14,60	23,00	90,00	59,80	14,82	23,00	84,00	63,58	14,40	39,00	90,00	0,519 *
Liegedauer (d)	5,76	3,69	1,00	25,00	5,40	1,79	2,00	11,00	6,06	4,74	1,00	25,00	0,587 *
BMI (kg/m ²)	28,15	3,84	19,24	36,45	28,30	3,20	23,23	35,27	28,02	4,34	19,24	36,45	0,792 *
Aufnahmelabor: CRP (mg/dl)	74,85	67,36	1,00	305,00	64,09	52,20	2,20	212,00	83,81	77,37	1,00	305,00	0,495 *
Aufnahmelabor: Leukos	12,00	3,83	5,71	26,20	11,81	2,79	6,18	19,30	12,17	4,56	5,71	26,20	0,938 *
	Häufigkeit		Prozent		Häufigkeit		Prozent		Häufigkeit		Prozent		
Gruppe mit Komplikationen	36		54,55										
Studiengruppe	30		45,45		19		63,33		12		33,33		
männlich	31		46,97		11		36,67		24		66,67		0,015
weiblich	35		53,03		6		20,00		8		22,22		
Normalgewicht	14		21,21		16		53,33		16		44,44		0,762
Prädispositas	32		48,48		8		26,67		12		33,33		
Adispositas	20		30,30		25		83,33		28		77,78		
1. Manifestation	53		80,30		4		13,33		5		13,89		0,572 *
2. Manifestation	9		13,64						1		2,78		
3. Manifestation	1		1,52		1		3,33		2		5,56		
?, >1 Manifestation	3		4,55		30		100,00		24		66,67		
Ciprofloxacin + Metronidazol	54		81,82						7		19,44		0,020
Ertapenem	7		10,61										
keine Antibiose	5		7,58						5		13,89		
	Häufigkeit		Prozent		Häufigkeit		Prozent		Häufigkeit		Prozent		
Ergebnisse Sonographie	22		33,33		7		23,33		15		41,67		
Keine Divertikulitis	36		54,55		23		76,67		13		36,11		
Unkomplizierte Divertikulitis	3		4,55						3		8,33		0,197
Komplizierte Divertikulitis	5		7,58						5		13,89		
Komplizierte Divertikulitis mit Abszess													
Ergebnisse CT	13		19,70		5		16,67		8		22,22		
Keine Divertikulitis	35		53,03		20		70,00		14		38,89		0,197
Unkomplizierte Divertikulitis	5		7,58		3		10,00		3		8,33		
Komplizierte Divertikulitis	13		19,70		2		6,67		11		30,56		0,047
Komplizierte Divertikulitis mit Abszess													

* Vergleich zwischen 1. Manifestation oder mehreren Manifestationen

* Mann-Whitney-U-Test

Abbildung 21: Übersichtsblatt zu Patientenkollektiv und Bildgebung

Bestand sonographisch der Verdacht auf Komplikationen wurden nicht deutlich häufiger CT-graphisch Komplikationen gefunden: in 41% (n=7/17) der Fälle konnte eine sonographisch vermutete Komplikation bestätigt werden, während in 37% (n=7/19) der Fälle aufgedeckte Komplikationen zuvor nicht vermutet worden waren.

Im Falle einer unklaren Klinik wurde CT-graphisch in 56% (n=5/9) der Fälle eine Sigmadivertikulitis gesichert, bei eindeutiger Klinik wiederum in 85% (n=23/27) der Fälle. Der Unterschied war im Fisher's exact test nicht signifikant (p=0,086).

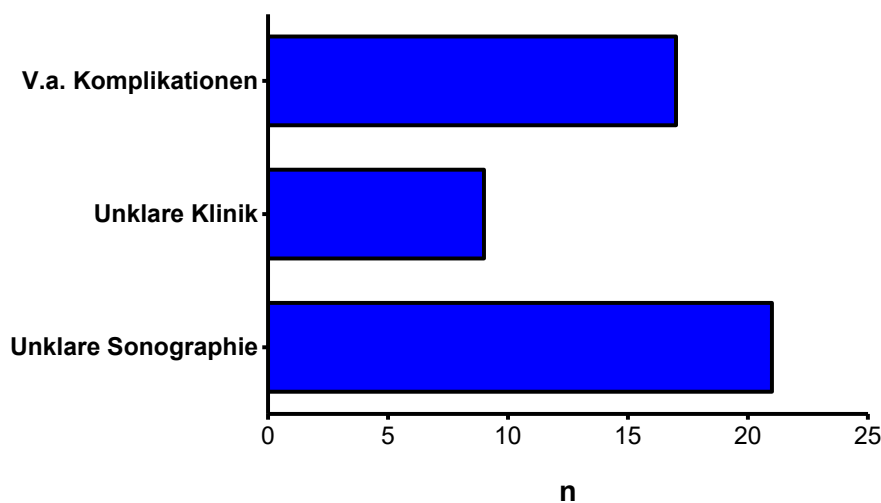


Abbildung 22: Indikationsstellung CT in der Gruppe mit Komplikationen

3.3 Ergebnisse der Bildgebung

3.2.1 Sonographie

Die Sonographie erbrachte bei Patienten der Studiengruppe in 77% (n=23) der Fälle das Ergebnis unkomplizierte Divertikulitis. In 23% (n=7) wurde in der Studiengruppe keine Divertikulitis nachgewiesen. In diesen sieben Fällen fanden sich stattdessen: entzündliche Veränderungen des Sigmas ohne Nachweis von Divertikeln (n=4), keine Entzündungszeichen und keine Divertikuloze (n=2) sowie reizlose Sigmadivertikel (n=1).

In der Gruppe mit Komplikationen wurde in 39% (n=14) eine unkomplizierte Divertikulitis nachgewiesen. In 27% (n=8) der Fälle wurde der Verdacht auf eine komplizierte Divertikulitis geäußert. In diesen acht Fällen wurden fünf Mal Abszesse und vier Mal gedeckte Perforationen beschrieben. In 39% (n=14) der Fälle wurde in der Routine-Gruppe keine Sigmadivertikulitis nachgewiesen. In diesen 14 Fällen fanden sich stattdessen: Kein entzündlicher Fokus intraabdominell (n=8), entzündliche Darmwandveränderungen (n=4), reizlose Divertikuloze (n=1) sowie Dünndarm-Subileus (n=1).

Es konnte kein statistisch signifikanter Verteilungsunterschied hinsichtlich der Detektionsrate der Sigmadivertikulitis zwischen den Gruppen gezeigt werden ($p=0,197$).

Die Sonographie erzielte zur Detektion der Sigmadivertikulitis in der Studiengruppe – mit der CT als Referenz – eine Sensitivität von 84%, eine Spezifität von 60%, einen PPV von 91% und einen NPV von 43%, während in der Gruppe mit Komplikationen eine Sensitivität von 64%, eine Spezifität von 50%, ein PPV von 82% und ein NPV von 29% erzielt wurde.

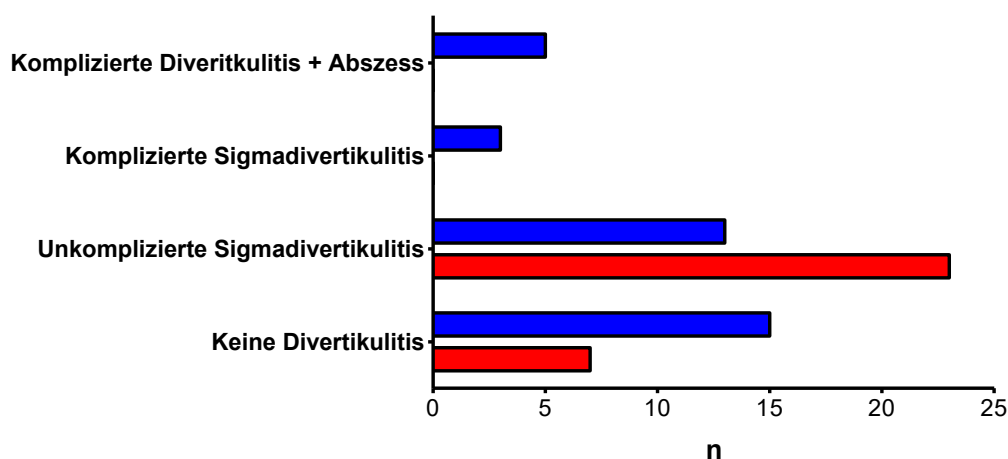


Abbildung 23: Ergebnisse der Sonographie, Rot: Studiengruppe, Blau: Gruppe mit Komplikationen

3.2.2 Computertomographie

Die Computertomographie zeigte bei Patienten der Studiengruppe in 67% ($n=20$) der Fälle unkomplizierte Divertikulitis. In 17% ($n=5$) der Fälle wurde eine komplizierte Sigmadivertikulitis nachgewiesen. In diesen fünf Fällen wurden zwei Mal Abszesse und vier Mal gedeckte Perforationen beschrieben. In allen fünf Fällen bestand zuvor sonographisch kein Anhalt für eine Komplikation. In 17% ($n=5$) wurde in der Studiengruppe keine Divertikulitis nachgewiesen. In diesen fünf Fällen fanden sich stattdessen: entzündliche Veränderungen des Colons ohne den Nachweis von Divertikeln ($n=2$), Urolithiasis linksseitig ($n=1$), keine Entzündungszeichen und keine Divertikulose ($n=1$) sowie reizlose Sigmadivertikel ($n=1$).

Die detektierten Abszesse maßen durchschnittlich 4,25 cm (2 – 6 cm), hierbei war ein Abszess kleiner als 3 cm.

In der Gruppe mit Komplikationen wurde in 39% ($n=14$) eine unkomplizierte Divertikulitis nachgewiesen. In 39% ($n=14$) der Fälle wurde der Verdacht auf eine komplizierte Divertikulitis geäußert. In diesen 14 Fällen wurden 10 Mal Abszesse und 10 Mal gedeckte Perforationen beschrieben. In 8/14 Fällen bestand zuvor sonographisch Anhalt für Komplikationen. In einem Fall wurde eine sonographisch beschriebene Komplikation ausgeschlossen. In 22% ($n=8$) der

Fälle wurde in der Gruppe mit Komplikationen keine Sigmadivertikulitis nachgewiesen. In diesen acht Fällen fanden sich stattdessen: tumorsuspekte Darmwandverdickungen (n=3), keine Entzündungszeichen (n=3), Urolithiasis linkseitig (n=1) sowie unspezifische Entzündungszeichen in Form freier Flüssigkeit (n=1).

Die detektierten Abszesse maßen durchschnittlich 4,14 cm (1 – 8 cm), hierbei waren drei Abszesse kleiner als 3 cm.

Es konnte kein statistisch signifikanter Verteilungsunterschied hinsichtlich der Detektionsrate der Sigmadivertikulitis zwischen den Gruppen gezeigt werden ($p=0,197$).

Es finden sich statistisch signifikant mehr komplizierte als unkomplizierte Divertikulitiden in der Gruppe mit Komplikationen ($p=0,047$).

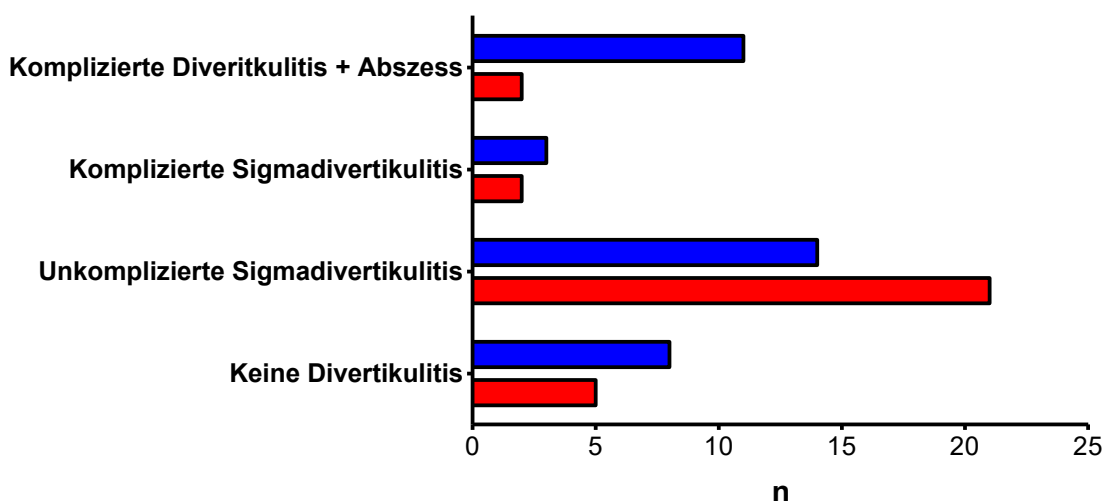


Abbildung 24: Ergebnisse der Computertomographie, Rot: Studiengruppe, Blau: Gruppe mit Komplikationen

3.3 Betrachtung der Nebenbefunde

Innerhalb der Studiengruppe wurden sonographisch bei 70% (n=21/30) der Patienten Nebenbefunde beschrieben, jedoch wurde keiner als relevant beurteilt.

CT-graphisch wurden bei 77% (n=23/30) der Patienten Nebenbefunde beschrieben, von diesen waren 13% (n=4/30) als relevant beurteilt. In diesen vier Fällen wurden zweimal Uterusmyome beschrieben, in einem Fall eine Osteolyse innerhalb des Os ilium und in einem Fall ein metastasensuspекter Leberherd innerhalb des Segment VIII. Diese waren aufgrund erschwerter Schallbedingungen bzw. der Untersuchungstechnik sonographisch unbemerkt geblieben.

Innerhalb der Gruppe mit Komplikationen wurden sonographisch bei 75% (n=27/36) der Patienten Nebenbefunde beschrieben, hiervon wurden 17% (n=6/36) als relevant beurteilt. In diesen sechs Fällen wurde jeweils einmal ein Dünndarm-Subileus, eine Leberzirrhose, eine Leberfibrose, eine suspekте Leberraumforderung, eine linksseitige intrahepatische Cholestase und ein Uterusmyom beschrieben.

CT-graphisch wurden bei 78% (n=28/36) der Patienten Nebenbefunde beschrieben, hiervon waren 17% (n=6/36) als relevant beurteilt. In diesen sechs Fällen wurde jeweils einmal eine linksseitige intrahepatische Pfortaderthrombose, eine metastasensuspекte Läsion innerhalb des Brustwirbelkörper 4, ein Uterusmyom, eine Erweiterung des distalen Ductus choledochus, eine kontrollbedürftige Auflockerung des Pankreaskopfes und eine rundliche Verdichtung innerhalb der rechten Mamma beschrieben.

Die in einem Fall sonographisch detektierte Cholestase kam CT-graphisch als Pfortaderthrombose zur Darstellung. Die sonographisch bei zusätzlich ausgeprägter Steatosis hepatis aufgefallene suspekте Leberraumforderung konnte mittels CT als fokale Fettverteilungsstörung eingeordnet werden. Die übrigen relevanten Nebenbefunde kamen sonographisch aufgrund schlechter Schallbedingungen bzw. aufgrund der Untersuchungstechnik nicht zur Abbildung.

Innerhalb der Routine-Gruppe wurden mehr relevante Nebenbefunde sowohl sonographisch als auch CT-graphisch erhoben, jedoch ohne Nachweis einer statistischen Signifikanz (p=1).

Zusammenfassend hat die CT mehr relevante Nebenbefunde erfasst (CT 10 vs. Sonographie 6). Die erhobenen Nebenbefunde wurden oftmals aufgrund von technischen Limitationen innerhalb der jeweils anderen Modalität übersehen. Nur in einem Fall wurde ein CT-graphisch suspekter Nebenbefund sonographisch falsch eingeordnet.

Suspekter Nebenbefund	in	Befund sichtbar in	
Sonographie:	CT	Sonographie	CT
Cholestase	Pfortaderthrombose	Ja	Ja
Nein	Uterusmyom	Nein - Meteorismus	Ja
Nein	Knochenmetastase	Nein	Ja
Nein	Erweiterung DHC	Nein - Meteorismus	Ja
Nein	Suspekter Pankreaskopf	Nein - Meteorismus	Ja
Nein	Verdichtung Mamma	Nein	Ja
Nein	Osteolyse	Nein	Ja
Nein	Lebermetastase	Nein – erschwerter Schall	Ja
Nein	Uterusmyom	Nein - Meteorismus	Ja
Leberzirrhose/-fibrose	Nein	Ja	Nein
Subileus	Nein	Ja	Nein

Abbildung 25: Übersicht über die erhobenen Nebenbefunde

3.4 Betrachtung des stationären Verlaufs

Die durchschnittliche Liegedauer betrug in der Studiengruppe betrug durchschnittlich 5 (5,4) Tage mit einer Standardabweichung von 2 (1,79) Tagen. Die kürzeste Liegedauer betrug 2, die längste 11 Tage.

Die durchschnittliche Liegedauer betrug in der Gruppe mit Komplikationen betrug durchschnittlich 6 (6,06) Tage mit einer Standardabweichung von 5 (4,74) Tagen. Die kürzeste Liegedauer betrug einen, die längste 25 Tage. Es ergab sich kein statistisch signifikanter Verteilungsunterschied zwischen den Gruppen.

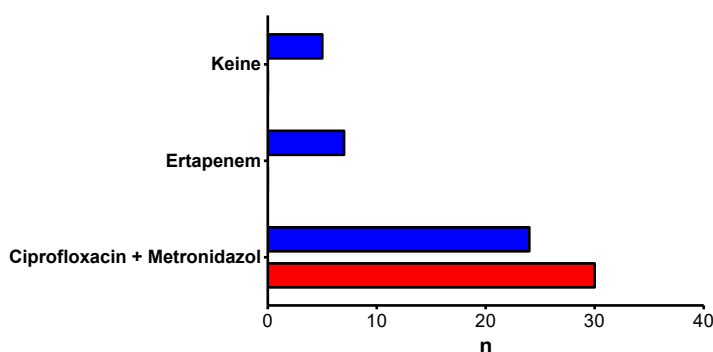


Abbildung 26: Antibiotikagabe Rot: SG, Blau: GMK

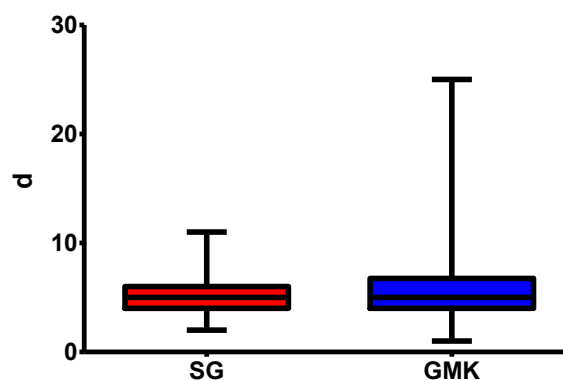


Abbildung 27: Liegedauer

Die gesamte Studiengruppe (100%, n=30) erhielt die Kombination aus Ciprofloxacin und Metronidazol zur Antibiotikatherapie während des stationären Aufenthalts. In der Gruppe mit Komplikationen erhielten 67% (n=24) der Patienten die Kombination aus Ciprofloxacin und Metronidazol, 19% (n=7) erhielten Ertapenem, und 14% (n=5) erhielten keine Antibiose.

3.5 Betrachtung der komplizierten Verläufe

Die Computertomographie zeigte bei Patienten der Studien-Gruppe in 17% (n=5) der Fälle wurde eine komplizierte Sigmadivertikuitis nachgewiesen. In diesen fünf Fällen wurden zwei Mal Abszesse und vier Mal gedeckte Perforationen beschrieben. Die detektierten Abszesse maßen durchschnittlich 4,25 cm (2 – 6 cm), hierbei war ein Abszess kleiner als 3 cm.

In einem Fall der Studiengruppe wurde ein CT-graphisch neu detektierter, bis 6 cm messender Abszess mittels CT-gestützter Zieldrainage am zweiten stationären Tag entlastet und konnte hiermit zur Ausheilung gebracht werden. In allen übrigen Fällen mit Nachweis eines Abszesses war die alleinige Antibiotikatherapie ausreichend.

In der Gruppe mit Komplikationen wurde in 39% (n=14) der Fälle wurde der Verdacht auf eine komplizierte Divertikulitis geäußert. In diesen 14 Fällen wurden 10 Mal Abszesse und 10 Mal gedeckte Perforationen beschrieben. In 8/14 Fällen bestand zuvor sonographisch Anhalt für Komplikationen. In einem Fall wurde eine sonographisch beschriebene Komplikation ausgeschlossen. Die detektierten Abszesse maßen durchschnittlich 4,14 cm (1 – 8 cm), hierbei waren drei Abszesse kleiner als 3 cm.

Das anvisierte konservative Therapiekonzept konnte in allen 86% (n=12) der Fälle initial beibehalten werden. Es ergab sich somit in keinem Fall eine unmittelbare therapeutische Konsequenz durch die zusätzlich durchgeführte CT-Untersuchung.

Es waren während des stationären Aufenthalts in zwei Fällen Operationen zur Behandlung der Sigmadivertikulitis nötig. Aufgrund ausbleibender Besserung erhielten zwei Patienten eine Sigmaresektion mit primärer Anastomosenanlage am 2. bzw. 9. Stationären Tag. In beiden Fällen war ein Ausbleiben der Besserung unter Antibiotikatherapie indikationsgebend für die Operation

	Studiengruppe	Gruppe mit Komplikationen
Komplizierte Sigmadivertikulitis	17% (n=5)	39% (n=14)
Therapeutische Konsequenz	ja, n=1	ja, n=2
Therapieart	CT-Drainage	Sigmaresektion
Zeitpunkt	2. stationärer Tag	2. bzw. 9. stationärer Tag

Abbildung 28: Therapeutische Konsequenz bei festgestellter komplizierter Sigmadivertikulitis

4 Diskussion

4.1 Diskussion des Patientenkollektivs

4.1.1 Alter

Das betrachtete Patientenkollektiv weist ein durchschnittliches Alter von etwa 63 Jahren auf. Auffällig war eine große Standardabweichung von 14,49 Jahren. Die Divertikulose ist im höheren Lebensalter häufiger als in jungen Jahren, eine Reihe von Arbeiten konnte folgende Prävalenzverteilungen für die verschiedenen Altersgruppen ermitteln: So waren 66% der >85-Jährigen Divertikulose-Träger, 50% der 70-85-Jährigen, 30% der 50-70-Jährigen und immerhin 13% der <50-Jährigen (Humes, 2012) (Jun & Stollman, 2002) (Delvaux, 2003) (Commane, et al., 2009). Durch den großen Anteil an Älteren unter den Divertikelträgern ist das im Durchschnitt höhere Erkrankungsalter der Divertikulitis-Patienten zu erklären. Allerdings zeigten Etzioni et al. in ihrer Arbeit, dass in den letzten Jahren auch zunehmend Jüngere an Divertikulitiden erkranken und im Krankenhaus behandelt werden, sie verzeichneten zwischen 1998 und 2005 einen Zuwachs von 82% in der Altersgruppe der 18-44-jährigen Patienten mit akuter Divertikulitis. Die Autoren geben zunehmende Fettleibigkeit, reduzierte Ballaststoffaufnahme und eine Zunahme des westlichen Lebensstils im Allgemeinen als infrage kommende Ursachen an (Etzioni, et al., 2009). Der Trend des jüngeren Erkrankungsalters in den Vereinigten Staaten betrifft auch das beobachtete Patientenkollektiv, so betrug der Anteil der Patienten <50 Jahre im untersuchten Kollektiv 21%. Als Gesellschaft der westlichen Hemisphäre kommen auch für das in dieser Arbeit betrachtete Patientenkollektiv die von Etzioni et al. genannten Risikofaktoren infrage, insbesondere bei Betrachtung der Gewichtsverteilung im Patientenkollektiv.

4.1.2 BMI

Es konnte ein durchschnittlicher BMI von 28,3 kg/m² (Studiengruppe) bzw. 28,02 kg/m² (Gruppe mit Komplikationen) ermittelt werden. Während ein erhöhter BMI vermutlich nicht die Inzidenz einer Divertikulose erhöht, so wurde jedoch in diversen Arbeiten ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Divertikulitis, insbesondere auch der komplizierten Formen, sowie ein erhöhtes Risiko für die Divertikelblutung für Adipöse nachgewiesen. Rosemar et al. demonstrierten einen linearen Zusammenhang zwischen einem erhöhten BMI und der Wahrscheinlichkeit, aufgrund einer Divertikulitis hospitalisiert zu werden (Rosemar, et al., 2008). In zwei Langzeitstudien konnte gezeigt werden, dass eine Adipositas/Präadisipositas (BMI >30 bzw.

>25 kg/m²) mit einem erhöhten Risiko für das Auftreten der Divertikulitis, aber auch dem Auftreten einer Divertikelblutung (Strate, et al., 2009) sowie dem Auftreten von Abszessen und gedeckten Perforationen verbunden ist (Hjern, et al., 2012). Im vorliegenden Kollektiv überwiegt sowohl in Studien- als auch Gruppe mit Komplikationen die Anzahl der übergewichtigen Patienten (20% bzw. 22% Normalgewichtige vs. 80% bzw. 78% Präadipöse oder Adipöse). Erwartungsgemäß zeigt sich bei Betrachtung der komplizierten Verläufe zwischen beiden Gruppen eine Bevorzugung der übergewichtigen Patienten: Unter den 19 komplizierten Sigmadivertikulitiden entfielen 68,42% der Fälle auf Übergewichtige.

4.1.3 Anzahl der Manifestationen

Bei der Betrachtung der Anzahl von Sigmadivertikulitiden in der Anamnese der Patienten fällt auf, dass sich mit 80,3% die überwiegende Mehrheit mit der ersten Manifestation einer Sigmadivertikulitis vorstellt. Chautems et al. fanden in ihrer Langzeitstudie heraus, dass über einen Zeitraum von etwa zehn Jahren bei 32,2% der Patienten ein komplizierter Verlauf mit persistierenden oder wiederaufgetretenen Beschwerden, Abszessen, Stenosen oder Fisteln auftrat (Chautems, et al., 2002). Es muss allerdings bedacht werden, dass keine Berücksichtigung des Ausgangsbefunds vorgenommen wurde: Es wurden Patienten untersucht, die nach CT-graphischer und per Kolon-Kontrasteinlauf gesicherter Diagnose erfolgreich konservativ behandelt wurden. Ob und wie viele Patienten schon während der Erst-Manifestation einen potenziell komplizierten Verlauf boten, wurde nicht ausgewertet. Dennoch zeigt diese Arbeit, dass bei einem überwiegenden Teil der Patienten die Erkrankung folgenlos ausheilt und große zeitliche Abstände zwischen den einzelnen Episoden einer Divertikulitis liegen können. Somit ist einerseits erklärbar, dass es innerhalb des kurzen Beobachtungszeitraums dieser Studie nur in einem Fall zur mehrmaligen Vorstellung eines Patienten kam. Aufgrund des kurzen zeitlichen Abstandes zwischen den Krankenhausaufenthalten muss in diesem singulären Fall allerdings postuliert werden, dass die Erkrankung der Index-Vorstellung nicht vollständig zur Ausheilung gebracht werden konnte. Andererseits ist auch der vergleichbar kleine Anteil von Patienten mit einer zweiten oder dritten Manifestation der Divertikulitis mit den großen Abständen zwischen den einzelnen Episoden und dem kurzen Beobachtungszeitraum von etwa drei Jahren in der vorliegenden Arbeit zu erklären. Weitere Möglichkeiten sind, dass die Patienten bei ihrer erneuten Vorstellung operiert wurden oder an einem anderen Krankenhaus zur weiteren Therapie vorstellig wurden. Diese Patienten wären aufgrund des operativen Therapiekonzepts beim komplizierten Verlauf nicht in die Studie eingeschlossen worden bzw. hätten zur Rekrutierung in das Kollektiv nicht zu Verfügung gestanden. Hier könnten weitere Arbeiten mit einem gezielt geplantem Follow-up wertvolle Erkenntnisse liefern.

In einer aktuelleren Arbeit konnten El-Sayed et al. demonstrieren, dass im Zeitraum von 2006 bis 2011 11,2% der in Großbritannien hospitalisierten Patienten mit einer rezidivierenden Divertikulitis vorstellig waren (El-Sayed, et al., 2018). Im Vergleich mit den 2002 erhobenen Daten, soweit bei unterschiedlicher Zielsetzung möglich, fällt auf, dass die Rate an rezidivierenden Divertikulitiden abnimmt, obwohl gleichzeitig die Operationsindikation seltener gestellt wurde. Diese Ergebnisse könnten erklären, warum auch im Kollektiv der vorliegenden Studie eine kleinere Anzahl an erneuten Manifestationen einer Sigmadivertikulitis auffielen.

In älteren Forschungsarbeiten wurde ein schwerer Verlauf der Sigmadivertikulitis bei jüngeren Patienten postuliert. Collins et al. sprachen sich in ihrem Review zwar gegen die programmierte elektive Sigmaresektion nach dem zweiten Schub aus, stellen aber heraus, dass ein frühes Erkrankungsalter als mögliche Indikation für die Operation gesehen werden kann (Collins & Winter, 2008). Weiterhin untersuchten Eubesio et al. gezielt eine kleine Kohorte jüngerer Patienten < 40 Jahre mit Divertikulitis. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass ein aggressiveres Vorgehen angezeigt erscheint, da zwei Drittel der Patienten in ihrer Kohorte operiert wurden. Sie postulierten, dass aufgrund der höheren Lebenserwartung eine Operation wahrscheinlicher sei (Ebusio & Eisenberg, 1973). Ritz et al. wiederum legten in ihrer Studie mit mehr als 1000 Patienten dar, dass für Patienten < 40 Jahre keine höhere Rate an komplizierten Divertikulitiden auffiel. Aufgrund ihrer Ergebnisse empfehlen sie ein konservatives Vorgehen angepasst an den klinischen Zustand des Patienten (Ritz, et al., 2011).

In der vorliegenden Arbeit waren die Patienten mit komplizierter Sigmadivertikulitis im Durchschnitt etwas jünger als die Patienten mit unkomplizierter Divertikulitis (60,16 vs. 62,38 Jahre), es ergab sich jedoch kein statistisch signifikanter Verteilungsunterschied.

4.1.4 Laborparameter

Zum Abschluss der Diskussion des Patientenkollektivs sollen die Laborwerte betrachtet werden. Besonders das Aufnahmelabor ist für die weitere Einordnung der Erkrankten von besonderer Relevanz. Es wurden die Leukozyten- und CRP-Werte bei Aufnahme sowie im weiteren stationären Verlauf erhoben.

Es fällt zunächst eine große Spannweite der paraklinisch erhobenen Entzündungsparameter auf, insbesondere beim CRP. Mit einem Durchschnittswert von 75,03 mg/dl und einer Standardabweichung von 67,86 mg/dl liegt eine große Streubreite vor. Dies lässt sich durch die große Varianz der Ausprägung der Sigmadivertikulitis im Patientenkollektiv erklären: Es lagen sowohl beginnende, kurzstreckige Entzündungen vor, gleichzeitig gab es Fälle mit einem langstreckigen Befall mit ausgeprägter entzündlicher Umgebungsreaktion und unter Umständen

gedeckten Perforationen und Abszessen. Somit reflektiert diese große Spannbreite die unterschiedliche Schwere des individuellen Krankheitsverlaufs. Weiterhin ist das CRP der aussagekräftigste Marker mit Hinblick auf einen komplizierten Verlauf. Hierbei sind CRP werte >200 mg/dl häufiger mit einem perforierenden Verlauf vergesellschaftet (Käser, et al., 2010). In dieser Arbeit konnte diese Korrelation nicht gezeigt werden, so war eine (gedeckt) perforierte Sigmadivertikulitis nicht signifikant häufiger mit einem CRP >200 mg/dl vergesellschaftet ($p < 0,05$ im Fisher's Exact Test). Einschränkend muss zum einen die geringe absolute Zahl an Patienten mit einem CRP >200 mg/dl im untersuchten Kollektiv genannt werden: Nur 6/66 Patienten wiesen diese Laborkonstellation bei Aufnahme auf. Weiterhin besteht aufgrund des Studiendesigns ein Bias für die unkomplizierte Sigmadivertikulitis, sodass die Gruppe der Patienten mit einer (gedeckten) Perforation naturgemäß unterrepräsentiert ist.

Mit Blick auf die Laborwerte im Verlauf des stationären Aufenthalts kann konstatiert werden, dass diese insgesamt eine fallende Tendenz aufwiesen. Über den gesamten Verlauf zeigt sich die eingangs bemerkte hohe Streubreite, die beim CRP deutlich stärker ausgeprägt ist als bei den Leukozyten. Hier setzt sich das zuvor beschriebene Phänomen fort, dass die interindividuelle Krankheitsvariabilität sich im Entzündungslabor über den stationären Aufenthalt fortsetzt. Bemerkenswerterweise fällt am zweiten und dritten Tag eine geringe Steigerung des CRPs auf, die mittels der von Evans et al. geprägten „48h-Regel“ gut zu erklären ist. Er empfiehlt, innerhalb von zwei Tagen eine Re-Evaluierung des Patienten vorgenommen werden, da sich die Entzündungswerte mit einer Verzögerung im Vergleich zur Symptomatik entwickeln (Evans, et al., 2008). Zusätzlich muss bei der Betrachtung der Laborwerte einschränkend hinzugefügt werden, dass nicht bei allen Patienten tägliche Laborkontrollen durchgeführt wurden, sondern diese entsprechend der klinischen Präsentation im stationären Setting vorgenommen wurden. Somit besteht in den vorliegenden Daten eine Bevorzugung der Extreme: Entweder fand sich für die klinische Symptomatik kein Korrelat in Form eines normwertigen Labors oder der klinische Verdacht wurde durch erhöhte Entzündungswerte bestätigt.

In Zusammenschau zeigt sich, dass innerhalb des untersuchten Kollektivs anhand der Patienten-bezogenen Daten eine Einordnung nach mutmaßlicher Schwere der Erkrankung nur schwer möglich ist. Zwar erleiden Präadipöse und Adipöse häufiger Komplikationen im Rahmen der Sigmadivertikulitis, da allerdings ca. 80% des Kollektivs auf diese beiden Gruppen entfallen erscheint eine Aussage über den Krankheitsverlauf des individuellen Patienten anhand des BMIs unmöglich. Auch die paraklinische Diagnostik kann für sich genommen kein belastbares Indiz für einen komplizierten oder unkomplizierten Verlauf der Sigmadivertikulitis sein. Hierin liegt schlussendlich – gemeinsam mit einer Vielzahl möglicher Differentialdiagnosen und dem potenziell komplikativem Verlauf – der Bedarf für eine radiologische Sicherung der Verdachtsdiagnose begründet (Toorenvliet, et al., 2011) (Laméris, et al., 2010).

4.2 Diskussion der genutzten diagnostischen Instrumente

Die Divertikelkrankheit ist durch den variablen Krankheitsverlauf schwierig zu diagnostizieren. Um die klinische Verdachtsdiagnose zu bestätigen, ist es erforderlich eine bildgebende Diagnostik durchzuführen, die mit hoher Sensitivität und Spezifität den Verdacht widerlegen oder bestätigen kann. Zusätzlich sollen mögliche Komplikationen zuverlässig detektiert werden, um Therapieanpassungen vornehmen zu können. In der vorliegenden Arbeit wurde mit den leitliniengerechten Modalitäten, dem Ultraschall und der Computertomographie, gearbeitet. Beide diagnostischen Instrumente sind theoretisch allein in der Lage, die komplette Diagnostik der akuten komplizierten und unkomplizierten Divertikulitis zu bewältigen (Leifeld, et al., 2014). Systematische Reviews für die diagnostische Genauigkeit von Ultraschall und CT zeigen, dass beide eine sehr hohe Testgenauigkeit aufweisen (US: Sens. 84-92 % Spez. 80-93%; CT: Sens. 91-94% Spez. 77-97%; Laméris, et al., 2008; Liljegren, et al., 2007). Die genutzten Ultraschallgeräte und CT-Scanner entsprechen den technischen Anforderungen der aktuellen Leitlinien (Leifeld, et al., 2014).

Die untersuchenden Ärztinnen und Ärzte in der vorliegenden Arbeit waren Assistenzärztinnen und -ärzte der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie des Universitätsklinikums Rostock. Sie verfügten über eine Ultraschall-Erfahrung zwischen sechs Monaten und anderthalb Jahren. Unsere Studie fand unter den Rahmenbedingungen des klinischen Alltags statt. Die Ultraschalluntersuchung des Abdomens unterliegt einer starken Untersucherabhängigkeit. Soliman et al. fanden in ihrer Studie mit vier erfahrenen Ultraschalluntersuchern eine nahezu hundertprozentige Sensitivität und Spezifität für die Detektion der Sigmadivertikulitis (Soliman, et al., 2004), während eine Arbeit mit unerfahreneren Sonographen (Zielke, et al., 1997) nur Sensitivitäten von 84% und Spezifitäten von 93% erreichten.

In der vorliegenden Arbeit wurde zur Detektion der Sigmadivertikulitis mithilfe der Sonographie (und mit dem Ergebnis der CT-Untersuchung als Referenz) in der Studiengruppe eine Sensitivität von 84% und eine Spezifität von 60% erreicht, der PPV lag bei 91% und der NPV bei 43%. In der Gruppe mit Komplikationen wurde eine Sensitivität von 64% und eine Spezifität von 50% erreicht. Der PPV lag bei 82% und der NPV bei 29%. Hierbei muss einschränkend zur Kenntnis genommen werden, dass die Ergebnisse der Sonographie mit denen der CT verglichen wurden, somit ist ein schlechteres Abschneiden der Sonographie innerhalb des Studiendesigns verankert.

Bei der Ultraschalluntersuchung wurde mittels standardisierter Schnitte das komplette Abdomen zunächst mit dem Konvexschallkopf geschallt. Hierbei wurden die parenchymatösen

Bauchorgane, die ableitenden Harnwege, die großen Gefäße und das innere Genital untersucht. Mithilfe des Linearschallkopfs wurde mit der „graded-compression“-Technik der Darm, insbesondere der Colonrahmen, untersucht. Hierbei wird mithilfe dosierten Drucks die zu untersuchende Darmschlinge isoliert, um hinderliche Luftüberlagerungen durch andere Darmschlingen zu reduzieren. Gleichzeitig ist es mithilfe dieser Technik möglich, das schmerzhafteste Areal des Abdomens – hier die entzündete Darmschlinge – aufzusuchen und gezielt zu beurteilen. Die beschriebene Technik stellt den allgemein anerkannten Standard für die sonographische Untersuchung des Abdomens in der Notaufnahme und Ambulanz dar (Stoker, et al., 2009). Um auch die schwierig zu untersuchende Bereiche im kleinen Becken sicher zu überblicken und das dort befindliche Colon sigmoideum zu beurteilen, wurden in Studien transrektale bzw. transvaginale Ultraschalluntersuchungen mit dieser Zielsetzung vorgenommen. Es wurde gezeigt, dass mittels einer transrektalen bzw. -vaginalem Sonographie zusätzlich zur transabdominellen Untersuchung die diagnostische Genauigkeit erhöht werden konnte (Hollerweger, et al., 2000; Schiller, et al., 1995). Während der Gedanke verlockend ist, die Endosonographie als natürliche Erweiterung der standardisierten Ultraschalluntersuchung anzusehen ist, müssen auch Limitationen beachtet werden. Die hauptsächliche Limitation ist hierbei die eingeschränkte Verfügbarkeit, da die Endosonographie hauptsächlich als Spezialdiagnostik im Rahmen von gynäkologischen, urologischen und gastroenterologischen Untersuchungen angewendet wird und nicht rund um die Uhr zur Verfügung steht. Ferner fällt diese Domäne der Ultraschalldiagnostik nicht in den Fachbereich der Radiologie, die in der Universitätsmedizin Rostock die Diagnostik für die Notaufnahme übernimmt. Nicht zuletzt ist damit zu rechnen, dass das invasive Untersuchungsverfahren bei den Patienten nicht akzeptiert wird, wenn mit der CT eine deutlich komfortablere Modalität zur Verfügung steht.

Die Computertomographie umfasste als Untersuchungsvolumen das gesamte Abdomen und wurde beim Fehlen von Gegenanzeigen mit einem jodhaltigen intravenösen Kontrastmittel durchgeführt. Bezüglich der technischen Durchführung der CT, insbesondere der Applikation(sform) von Kontrastmittel, kann konstatiert werden, dass auf Grundlage der momentanen Studienlage kein Protokoll deutlich überlegen scheint. An der Universitätsmedizin Rostock wird zumeist eine Abdomen-CT mit intravenös appliziertem Kontrastmittel durchgeführt. Diese Technik ist leitlinienkonform (Leifeld, et al., 2014), allerdings nicht unumstritten. Laméris et al. konnten beispielsweise in einer prospektiven Studie zeigen, dass auch ohne enterale Kontrastierung die hohe diagnostische Aussagekraft der CT erhalten blieb (Laméris, et al., 2009), wobei beachtet werden sollte, dass diese Studie nicht gezielt die Diagnostik der akuten Sigmadivertikulitis untersuchte, sondern die Notfalldiagnostik bei abdominellen Schmerzen generell. Flor et al. sprechen ihrem Review enteralem Kontrastmitteln die generelle Notwendigkeit ab,

legen aber dar, dass intraluminale Kontrastierung bei schlanken Patienten Nutzen bei der Bestätigung möglicher Differenzialdiagnosen der Sigmadivertikulitis hat (Flor, et al., 2017). Auch die i.v.-Kontrastierung scheint nicht zwingend notwendig zu sein, Track et al. demonstrierten anhand eines Kollektivs aus 39 Patienten, dass auch bei einer nativen Low-Dose-CT die Testgenauigkeit nicht abnimmt und mit der einer Kontrastmittel-CT vergleichbar ist (Tack, et al., 2005). Weiterhin würde beim Einsatz des Low-Dose-Protokolls in der Studie von Tack et al. auch eine Reduktion der Strahlendosis erreicht werden. Es sollte allerdings überprüft werden, ob neben der korrekten Diagnose der Sigmadivertikulitis anhand der nativen Low-Dose-Untersuchung auch eine korrekte Einteilung hinsichtlich des Erkrankungsstadium vorgenommen werden kann. Auch wenn diese Ergebnisse vielversprechend aussehen, scheint es angebracht, weitere Studien mit einer größeren Fallzahl durchzuführen, um die Nützlichkeit dieses reduzierten Untersuchungsprotokolls weiter zu validieren.

Zusammenfassend scheint die Nutzung von intravenösem und enteralen Kontrastmittel von Institution zu Institution stark zu variieren, während gleichzeitig die Überlegenheit einer bestimmten Untersuchungstechnik nicht gezeigt werden konnte. Es kann also der Schluss gezogen werden, dass das in Rostock verwendete Kontrastmittel-Schema korrekt gewählt ist, um eine akute Sigmadivertikulitis und eventuelle Komplikationen zu detektieren. Ein Verzicht auf die orale und/oder rektale Kontrastierung scheint anhand der oben zitierten Studien die Untersuchungsgenauigkeit nicht einzuschränken. Bei schlanken Patienten könnte der Benefit einer oralen bzw. rektalen Kontrastierung Erwägung gezogen werden, um Differentialdiagnosen besser beurteilen zu können.

Ein häufig zitierter Vorteil der CT gegenüber der Sonographie ist die Untersucherunabhängigkeit. Zwei Arbeiten aus Deutschland (Ritz, et al., 2010) und den Niederlanden (Gielens, et al., 2012) haben überprüft, inwiefern die CT-graphisch erhobenen Befunde mit der intraoperativen Histologie bei Patienten mit perforierter Sigmadivertikulitis korrelieren. Hierbei hat die niederländische Studie die Daten retrospektiv aufgearbeitet, indem die CT-Datensätze von zwei erfahrenen Radiologen befundet und anschließend mit dem pathologischen Befund verglichen wurden. Dem gegenüber wurde in der deutschen Studie die präoperative CT-Schnittbildgebung mit dem intraoperativen Befund und der Histologie verglichen. In beiden Arbeiten zeigt sich, dass diese Ergebnisse nicht immer übereinstimmen. In der niederländischen Studie wurde insbesondere für die „niedrigen“ Hinchey-Stadien geringere Übereinstimmungen zum intraoperativen Befund erhoben. Der positive prädiktive Wert für die Hinchey-Stadien 1 und 2 lag bei 62% bzw. 45%, von 75 untersuchten Patienten wurden 64% korrekt durch die CT-Untersuchung eingeordnet. (Gielens, et al., 2012). In der deutschen Arbeit konnten die Autoren zeigen, dass insbesondere für die niedrigen Hansen-Stock-Stadien der intraoperative und histologische Befund nur in 56% der Fälle übereinstimmten und in 36% ein Over-Staging vorlag

(Ritz, et al., 2010). Anhand dieser zwei Beispiele soll demonstriert werden, dass die alleinige Durchführung der CT den Patienten nicht zur korrekten Diagnose führen muss. In beiden Arbeiten zeigten sich für die fortgeschrittenen Stadien der Divertikulitis mit freien Perforationen und manifester Peritonitis hohe intermodale Übereinstimmungen. Gerade allerdings die grenzwertigen Fälle, in denen das primär chirurgische Prozedere nicht unumstritten ist, werden durch die CT nicht immer zutreffend zugeordnet. Beide Studien kommen zu dem Schluss, dass die CT erstklassig ist, um das Vorliegen einer Sigmadivertikulitis zu bestätigen oder auszuschließen, allerdings ist besonders bei der Einschätzung des Schweregrades der Erkrankung der Bildbefund allein für die Stratifizierung der Patienten nicht so aussagekräftig wie zunächst angenommen.

In Anlehnung an die S2-Leitlinie zur Divertikelkrankheit (Leifeld, et al., 2014) wurde während des Zeitraums dieser Studie verfahren: Es wird, basierend auf der vom Patienten gebotenen Klinik, den Laborwerten und den Ergebnissen der Sonographie, die Indikation zur Durchführung weiterer Diagnostik gestellt. Hierbei werden in Form von Ultraschall und Kontrastmittel verstärkter Abdomen-Computertomographie geeignete und aussagekräftige Instrumente als aufeinander basierende Stufendiagnostik nacheinander zum Einsatz gebracht.

4.3 Diskussion der Indikationsstellung für die CT

Bei Patienten der Gruppe mit Komplikationen wurde aufgrund der klinischen Einschätzung und dem Ergebnis der Sonographie eine CT-Untersuchung durchgeführt. Bei diesen Patienten fand sich in 39% der Fälle eine komplizierte Sigmadivertikulitis. Die komplizierte Sigmadivertikulitis war zuvor in 22% der Fälle bereits sonographisch nachgewiesen worden. Die zusätzlich durchgeführte CT zeigte in dieser Gruppe also in 43% der Fälle (6/14) erst die vermutete komplizierte Sigmadivertikulitis auf.

In der Studiengruppe, bei der klinisch und sonographisch eine unkomplizierte Sigmadivertikulitis vermutet wurde und bei denen lediglich aufgrund des Studienprotokolls eine CT durchgeführt wurde, konnte in 17% (n=5/30) der Fälle durch die CT eine komplizierte Sigmadivertikulitis nachgewiesen werden, die dem sonographischen Nachweis entging. Eine therapeutische Konsequenz hatte dies in einem Fall. Hier musste ein 6 cm messender Abszess durch eine CT-gestützte Drainagenanlage entlastet werden. Eine antibiotische Therapie allein hätte mutmaßlich nicht zur Ausheilung des Befundes geführt.

Während die deutsche S2-Leitlinie zur Divertikelkrankheit einzig eine Diagnostik mit einem schnittbildgebenden Verfahren fordert, und hierbei explizit Sonographie der Computertomographie gleich stellt (Leifeld, et al., 2014), so stellen europäische Leitlinien der European Society of Coloproctology und weitere Übersichtsarbeiten klar die Abdomen-CT als Referenzstandard der bildgebenden Diagnostik dar (Schultz, et al., 2020; Hanna & Kaiser, 2021). Dies wird mit der Untersucherabhängigkeit des Ultraschalls und seiner geringeren Testgenauigkeit beim Ausschluss von Abszessen begründet. Außerdem ist eine Beurteilung des Hinchey-Stadiums mit dem Ultraschall allein nicht möglich (Schultz, et al., 2020). In einer aktuellen Übersichtsarbeit von Hanna & Kaiser. findet die Abdomensonographie als mögliches diagnostisches Instrument keine Erwähnung, und wiederum wird die CT als Goldstandard in der Diagnostik der Erkrankung beschrieben (Hanna & Kaiser, 2021).

Die in dieser Arbeit erzielten Ergebnissen zeigen, dass bei V. a. komplizierte Sigmadivertikulitis oder unklarer Diagnostik die Indikation zur Durchführung einer CT gerechtfertigt ist, um eine mögliche komplizierte Situation aufzudecken.

Gleichzeitig führt jedoch die regelhaft durchgeführte CT bei den vermuteten unkomplizierten Fällen der Studiengruppe zwar zum vereinzelt Nachweis einer formal komplizierten Sigmadivertikulitis, nicht aber zu einer Änderung des Therapiekonzepts.

Dies wird durch die Tatsache verdeutlicht, dass sich nicht signifikant häufiger eine Komplikation in der CT fand, auch wenn der V.a. Komplikationen indikationsgebend für die Untersuchung war.

Dies erscheint zunächst von äußerster klinischer Relevanz, da das Vorliegen einer komplizierten Divertikulitis entscheidend für das weitere Management der Patienten ist.

Innerhalb der Gruppe mit Komplikationen wurden nur die Hälfte der detektierten komplizierten Sigmadivertikulitiden sonographisch erfasst; in der Studiengruppe entgingen sämtliche komplizierten Verläufe der Detektion im Ultraschall. Hier zeigt sich, dass die CT der Sonographie bei der Detektion von Komplikationen überlegen ist. Dem ist gegenüberzustellen, dass das konservative Therapiekonzept bei kleineren Abszessen (< 3 cm) in der Regel ausreichend ist (Siewert, et al., 2006).

Am seltensten erfolgte die Indikationsstellung für die CT bei einer unklaren Klinik (n=9/36; 25%). Dieses Ergebnis stützt die These, dass die Sigmadivertikulitis nicht aufgrund des klinischen und laborchemischen Erscheinungsbilds allein zu diagnostizieren ist. Denn auch bei einer nicht wegweisenden Klinik lagen nicht seltener Divertikulitiden vor als bei typischen Symptomen. Durch ein Sigma elongatum oder eine Divertikulitis des Colon ascendens/trans-

versums kann die sonst typischerweise links lokalisierte Schmerzsymptomatik in den Mittelbauch bzw. den rechten Unterbauch verlagert sein. Zudem kann durch eine entzündliche Mitreaktion der Blase das Schmerzmaximum maskiert werden. Beide Fälle sind je einmal in unserem Studienkollektiv aufgefallen, zum einen konnte CT-graphisch eine Divertikulitis des Colon ascendens demonstriert werden, zum anderen kam es in einem Fall zu einer entzündlichen Mitreaktion der Blase und der linken Adnexe. Diese Fälle demonstrieren, dass eine untypische Schmerzlokalisierung eine Sigmadivertikulitis nicht ausschließt und diese weiter als Differentialdiagnose bedacht werden sollte.

4.4 Keine Änderung des konservativen Therapiekonzepts durch zusätzliche CT-Untersuchung

Vor der Durchführung von apparativer Diagnostik müssen klare Fragestellungen und Zielsetzungen bestimmt werden. Diese stellen die Indikation zur Untersuchung dar. Das Ergebnis der Untersuchung muss eine Konsequenz für die geplante Behandlung des Patienten haben. Ziel dieser Arbeit war es, zu untersuchen, ob die routinemäßige Anwendung der CT in der Diagnostik der unkomplizierten Sigmadivertikulitis gerechtfertigt ist.

Bei Betrachtung der Konsequenzen der additiv durchgeführten CT-Untersuchungen in der Studiengruppe fällt auf: Bei nur einem von 30 Fällen wurde in der Studien-Gruppe durch eine CT-Drainage das konservative Therapiekonzept angepasst.

In den verbliebenen 29 Fällen wurde das vor CT anvisierte konservative Konzept fortgeführt. Zwar wurde in zwei Fällen eine gedeckte Perforation und in einem Fall ein Abszess festgestellt, die jedoch zunächst konservativ behandelt wurden.

Es kann also festgehalten werden, dass in den untersuchten Fällen die zusätzlich durchgeführte Diagnostik die unmittelbare erfolgte Therapie nicht beeinflusst hat. Welche Faktoren führten zu diesem Ergebnis?

Aufgrund des prospektiven Designs der Studie wurden auch Patienten eingeschlossen, deren Entlassdiagnose nicht die der unkomplizierten Sigmadivertikulitis ist. Diese 20% der Fälle (13 von 66 Patienten) fallen insofern ins Gewicht, als dass bei den infrage kommenden neuen Diagnosen keine Operation nötig war. Es könnte daher ein Bias für konservative Therapie innerhalb der Studie vorliegen.

Zudem muss auch der Tatsache Augenmerk geschenkt werden, dass die Patienten, insbesondere in der Studien-Gruppe, die CT vor dem Zeitpunkt erhielten, als sie der diagnostische

Algorithmus am Universitätsklinikum Rostock vorsieht: Zu Beginn des Krankenhausaufenthalts kann folglich gar nicht klar sein, ob eine noch nicht entdeckte gedeckte Perforation bzw. kleiner Abszess nicht auch konservativ zur Ausheilung gebracht werden kann. Brandt et al. konnten in ihrer Studie zeigen, dass auch beim Vorliegen von kleineren Abszessen eine konservative Therapie zur alleinigen Ausheilung der Erkrankung führen kann (Brandt, et al., 2006). Die Abszessgröße sollte 4 cm nicht überschreiten, wenn eine konservative Therapie angestrebt wird (Kumar, et al., 2006). Costi et al. demonstrierten in ihrer Studie, dass auch Patienten mit lokaler Peritonitis im Rahmen einer gedeckten Perforation erfolgreich konservativ behandelt werden können (Costi, et al., 2012).

Bezogen auf die vorliegende Arbeit bedeutet dies, dass der eingeschlagene Weg der kaskadierten Diagnostik zum einen den Patienten nicht gefährdet, zum anderen auch, dass die durch uns durchgeführte Therapie die komplizierten Stadien der Erkrankung mit kleineren, primär konservativ zu behandelnden Abszessen ebenfalls mit abdeckt. Zusätzlich bestand die Vorgabe, dass bei ausbleibender Besserung innerhalb von 72h unter konservativer Therapie in jedem Fall eine CT zur Ursachenfindung durchgeführt wird.

Während aktuelle Veröffentlichungen, wie z.B. Flor et al. und Nielsen et al. einen liberalen Einsatz der CT propagieren (Flor, et al., 2017; Nielsen, et al., 2014), muss beachtet werden, dass laut Strahlenschutzgesetzgebung jeder Diagnostik mit ionisierenden Strahlen zunächst ein klinischer Verdacht vorauszugehen hat, um korrekt die rechtfertigende Indikation zu stellen. Leider ist durch die Untersucherabhängigkeit der Sonographie einerseits und das höhere Sicherheitsbedürfnis von behandelnden Ärzten und auch Patienten die CT-graphische Diagnosesicherung üblich. Dies ist hinsichtlich der längeren Lebenserwartung und möglichen stochastischen Strahlenschäden kritisch zu bewerten, da insbesondere Divertikulose- und Divertikulitis-Patienten durch den rezidivierenden Charakter der Erkrankung potenziell häufiger einer strahlenintensiven Diagnostik zugeführt werden. Zudem wurde mehrfach – unter anderem in Studien aus unserer Institution – gezeigt, dass die alleinige Sonographie nicht mit einer Verschlechterung des Outcomes oder einer erhöhten Rate an Notfalloperationen einhergeht (Bittkau, 2021).

4.5 Diskussion der Nebentefunde und neuen Diagnosen

Keiner der detektierten Nebentefunde war für den stationären Verlauf relevant. In einem Fall wurde eine CT-graphisch metastasensuspekte Leberläsion mittels MRT im stationären Aufenthalt weiter abgeklärt. Diese Läsion fiel – ihrer ungünstigen Lage geschuldet – in der Sonographie zunächst nicht auf. Als Primarius konnte ein Kolonkarzinom identifiziert werden. Dieser Fund kann, trotz seiner Wichtigkeit, nur als Zufallsbefund gewertet werden. Im Rahmen der

Koloskopie, die im Rahmen der standardisierten Nachsorge nach einer Sigmadivertikulitis erfolgt, wäre dieses Karzinom aufgefallen.

Die im weiteren detektierten relevanten Nebenbefunde wurden mittels Kontrollen oder weiterer Diagnostik nach dem stationären Aufenthalt abgeklärt. Diese relevanten Nebenbefunde machten keine Anpassung des therapeutischen Regimes während des stationären Aufenthalts erforderlich. Zusammenfassend deckt die CT zwar mehr relevante Nebendiagnosen auf – auch aufgrund der größeren Untersuchungsvolumen und der zusätzlichen Beurteilbarkeit von teil-erfasster Lunge, der Knochen und des Retroperitonealraums durch Verwendung von Röntgenstrahlung – jedoch sind diese nur in den seltensten Fällen für das weitere therapeutische Vorgehen von Bedeutung und waren in dieser Studie nicht relevant.

Genauere Betrachtung soll auch den zwei Fällen geschenkt werden, die sich sonographisch als Sigmadivertikulitis präsentierten, nach der CT-Bildgebung aber eine Urolithiasis nachgewiesen werden konnte. Hierbei gilt es zu beachten, dass die Sonographie oftmals nur indirekt eine Urolithiasis nachweist, indem der resultierende Harnstau auffällt. Zwar liegt die Sensitivität für die Detektion von Konkrementen > 5 mm proximal im Ureter sowie in den distalen und intramuralen Anteilen ca. bei 96% (Knoll, et al., 2015) da sonographisch jedoch der gesamte Ureter nicht abgebildet werden kann. Die Modalität der Wahl bei nicht wegweisender Sonographie stellt die Low-Dose-CT der Nieren, Ureteren und der Blase dar. Während sich die Urolithiasis und die akute Sigmadivertikulitis durch unterschiedliche Schmerzformen äußern, ist es denkbar, dass der wellenförmige Kolikschmerz des Steinleidens und der krampfartige viszerale Schmerz der Divertikulitis verwechselt wurden. Das Routinelabor der Notaufnahme des perioperativen Zentrums der Universitätsmedizin Rostock umfasst eine Urinteststreifen-Untersuchung. Hierbei wird bei Urolithiasis klassischerweise eine Hämaturie nachgewiesen. In den vorliegenden Fällen lag jedoch keine Hämaturie vor, möglicherweise durch Verlegung des Harnleiterostiums. Diese Umstände können die zweimalige klinische und sonographische Fehldiagnose erklären.

4.6 Diskussion der Notwendigkeit der CT in der Diagnostik der unkomplizierten Sigmadivertikulitis

Durch die in dieser Arbeit gesammelten Erkenntnisse und in Zusammenschau mit den aktuellen Leitlinien, den dort vorgeschlagenen diagnostischen Algorithmen und aktuellen Arbeiten zur Diagnostik der Sigmadivertikulitis in Westeuropa kann festgestellt werden, dass die Sonographie das Primärdiagnostikum beim Verdacht einer unkomplizierten Divertikulitis ist (Leifeld, et al., 2014; Andeweg, et al., 2014; Liljegren, et al., 2007). Besteht bereits vor Durchführung der Sonographie Anhalt für eine komplizierte Erkrankung, beispielsweise durch das Vorliegen einer diffusen Peritonitis oder einer ausgeprägten septischen Konstellation, ist die Durchführung einer CT indiziert, um die weitere operative Therapie planen zu können.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit untermauern, dass CT und Sonographie in der Detektion der Sigmadivertikulitis als gleichwertig anzusehen sind und daher dem Ultraschall als strahlungs- und risikofreie Untersuchung der Vorzug zu geben ist. Die mittels der zusätzlich durchgeführten CT-Untersuchung erhobenen Daten in der Studiengruppe bewirkten nur in einem Fall (1/30) eine unmittelbare Änderung des anvisierten, konservativen Therapie-Schemas. In diesem Fall wäre jedoch, entsprechend des klinikinternen Algorithmus, bei auffälligem klinischem Verlauf eine CT im weiteren Verlauf durchgeführt worden.

Jedoch ist die Sonographie der CT bei der Detektion von Komplikationen einer Divertikulitis unterlegen, insbesondere bei der Detektion geringer Mengen freier extraluminaler Luft, die auf eine Perforation hindeuten kann (Ripolles, et al., 2003). Diese Einschränkung schlägt sich jedoch nicht in einer höheren Zahl an Therapie-Änderungen in der in der vorliegenden Studie als unkompliziert eingestuften Gruppe nieder. Dies ist durch die Besonderheit der Divertikulitis zu erklären, wobei auch nominell komplizierte Verläufe mittels Antibiotika-Therapie zur Ausheilung gebracht werden können und auch beim Vorliegen von Abszessen ein konservatives Therapieverfahren zunächst angezeigt ist. Sowohl für die perforierte Divertikulitis beim Fehlen einer generalisierten Peritonitis (Chua, et al., 2019), für die gedeckt perforierte Divertikulitis (Bolkenstein, et al., 2019) als auch für eine Divertikulitis mit Abszessen < 4 cm (Kumar, et al., 2006) belegen Studien eine hohe Wirksamkeit der allein konservativen Therapie.

Um dieses Vorgehen abzusichern ist eine Kontrolle des klinischen Zustands des Patienten und der Entzündungswerte im Labor nötig. Kommt es nicht zu einer Besserung des klinischen und paraklinischen Zustands muss eine CT-Untersuchung durchgeführt werden, um den vermutlich ursächlichen interventions- oder operationsbedürftigen Befund darzustellen (s. Abb. 12, Klinik-interner Algorithmus der UMR).

Somit ist eine CT bei Patienten ohne klinischen Anhalt für einen komplizierten Verlauf und mit einem Sonographie-Befund einer unkomplizierten Divertikulitis nicht nötig. Unter Einhaltung der geltenden Gesetze zum Strahlenschutz und unter der Prämisse Übertherapie und Überdiagnostik zu vermeiden, sollte in den geschilderten Fällen eine CT-Untersuchung unterbleiben und im Verlauf, bei Ausbleiben der Besserung unter adäquater antibiotischer Therapie, erfolgen. Die im Rahmen der Studie in der Studiengruppe durchgeführten Computertomographien führten zwar in ~17% (n=5/30) zur Detektion einer Komplikation, die jedoch in der überwiegenden Anzahl der Fälle durch das initial gewählte konservative Therapieschema zur Ausheilung gebracht werden konnte. Zwar wären diese Komplikationen zunächst unentdeckt geblieben, wurden jedoch augenscheinlich durch die konservative Therapie adäquat erfasst. Bei klinischer Relevanz wäre eine CT nach Ausbleiben der Besserung unter Antibiotikatherapie durchgeführt worden, sodass die zunächst formal falsch eingeordneten, unkomplizierten Divertikulitiden detektiert worden wären. Im Rückblick zeigt sich, dass die in der „unkomplizierten“ Gruppe durchgeführten CTs für die Therapieplanung nicht relevant waren und sich als verzichtbar herausgestellt haben.

5 Zusammenfassung

Fragestellung: Die akute Sigmadivertikulitis ist ein häufiges Krankheitsbild mit zunehmenden Inzidenzen und Hospitalisierungsraten. Der internationale Goldstandard für die bildgebende Diagnostik ist die abdominelle Computertomographie, die mit hohen Kosten und Strahlenbelastung einhergeht. Mit der abdominalen Ultraschalluntersuchung steht ein kostengünstigeres und strahlenfreies Verfahren zur Verfügung. Ziel der vorliegenden, prospektiven Arbeit war es, die Datengrundlage für einen reduzierten Einsatz der Computertomographie zu schaffen.

Methodik: In einer prospektiven Studie erhielten Patienten mit klinisch-sonographisch vermuteter unkomplizierter Sigmadivertikulitis eine abdominelle Computertomographie nach Einteilung in eines von zwei Gruppen. Die Studiengruppe erhielt die CT additiv zur Bestätigung der klinisch-sonographischen Verdachtsdiagnose. Die Gruppe mit Komplikationen erhielt die CT aufgrund unklarer Klinik oder Sonographie oder, da Verdacht auf Komplikationen bestand. Es erfolgte eine Analyse der Sonographie-, und CT-Befunde sowie des stationären Verlaufs.

Ergebnisse und Fazit: Bei einem Großteil der Patienten in der Studiengruppe ergab sich durch die additive CT keine Änderung des anvisierten, konservativen Therapiekonzepts. Lediglich bei einem (1/30) Patienten musste der konservative Therapiepfad verlassen werden. Dieser Patient wäre unabhängig hiervon im Behandlungsverlauf klinisch auffällig geworden. Eine routinemäßige Anwendung der CT in der Diagnostik der akuten Sigmadivertikulitis ist daher nicht notwendig. Die Durchführung einer CT sollte stattdessen auf Fälle beschränkt werden, in denen klinisch oder sonographisch der Verdacht auf eine komplizierte Sigmadivertikulitis besteht, oder die Sonographie nicht wegweisend ist.

Bei klinischer und sonographischer Einschätzung einer unkomplizierten Sigmadivertikulitis kann aufgrund der vorliegenden Daten auf die Durchführung einer CT verzichtet werden. Dies betraf 45,5% (30/66) des gesamten Patientenkollektivs und ist mit retrospektiven Daten aus unserer Klinik übereinstimmend.

Von der Hauptdiagnose Sigmadivertikulitis unabhängige Nebenbefunde wurden durch die CT bei 10,6% des gesamten Patientenkollektivs als Zufallsbefunde detektiert. In keinem Fall wäre durch fehlende Detektion aufgrund nicht durchgeführter CT im weiteren Verlauf ein wesentliches Risiko für den Patienten entstanden.

I Literaturverzeichnis

Aldoori, W., 1998. Use of Acetaminophen and Nonsteroidal Anti-inflammatory Drugs: A Prospective Study and the Risk of Symptomatic Diverticular Disease. *Archives of Family Medicine*, 7(3), pp. 255-260.

Aldoori, W., Giovannucci, E. & E, R., 1994. A Prospective Study of Alcohol, Smoking, Caffeine, and the Risk of Symptomatic Diverticular Disease in Men. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 60(94), pp. 757-764.

Aldrich, J., Bilawich, A. & Mayo, J., 2006. Radiation Doses to Patients Receiving Computed Tomography Examinations in British Columbia. *Canadian Association of Radiologists Journal*, April, 57(2), pp. 79-85.

Ambrosetti, P., Grossholz, M. & Becker, C., 1997. Computed tomography in acute left colonic diverticulitis. *The British Journal of Surgery*, 86(4), pp. 532-534.

Andeweg, C. S. et al., 2014. Toward an evidence-based step-up approach in diagnosing diverticulitis. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 49(7), pp. 775-784.

Bassotti, G., Villancci, V. & Nascimbeni R, 2013. The role of colonic mast cells and myenteric plexitis in patients with diverticular disease. *International Journal of Colorectal Disease*, 28(2), pp. 267-272.

Becker, V., 1976. Pathologisch-anatomische Aspekte zur Entstehung von Divertikeln und ihren Komplikationen. *Langenbecks Arch. Chir.*, Issue 342, pp. 401-409.

Benn, P., Wolff, B. & Ilstrup, D., 1986. Level of anastomosis and recurrent colonic diverticulitis. *Am J Surg*, Band 151, pp. 269-271.

Bode, M. et al., 2000. Type I and III Collagens in Human Colon Cancer and Diverticulosis. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 35(7), pp. 747-752.

Bolkenstein, H. et al., 2019. Conservative Treatment in Diverticulitis Patients with Pericolic Extraluminal Air and the Role of Antibiotic Treatment. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, 23 Nov, Issue 11, pp. 2269-2276.

Böttner, M., Barrenschee, M. & Hellwig I, 2013. The GDNF-System Is Altered in Diverticular Disease - Implications for Pathogenesis. *PLoS ONE*, 8(6), pp. 1-9.

Brandt, D. et al., 2006. Percutaneous CT scan-guided drainage vs. antibiotherapy alone for Hinchey II diverticulitis: a case-control study. *Dis Colon Rectum*, 49(10), pp. 1533-1538.

Buchs, N., N, M. & Ris, F., 2015. Natural history of uncomplicated sigmoid diverticulitis. *World journal of gastrointestinal surgery*, 7(11), pp. 313-318.

- Campbell, K. & Steele, R., 1991. Non-steroidal anti-inflammatory drugs and complicated diverticular disease: a case-control study. *British Journal of Surgery*, 78(2), pp. 190-191.
- Chautems, R. C. et al., 2002. Long-Term Follow-Up After First Acute Episode of Sigmoid Diverticulitis: Is surgery Mandatory?. *Dis Colon Rectum*, 45(7), pp. 962-6.
- Chua, T. et al., 2019. Conservative management of acute perforated diverticulitis: A systematic review. *Journal of Digestive Diseases*, Dec, 21(2).
- Cirocco, W., Pirolo, S. & Golub, R., 1994. Spontaneous ureterocolic fistula: A rare complication of colonic diverticular disease. *American Surgeon*, Band 11, pp. 832-835.
- Collins, D. & Winter, D., 2008. Elective Resection for Diverticular Disease: An Evidence-Based Review. *World journal of surgery*, Band 32, pp. 2429-2433.
- Commane, D., Arasaradnam, R., Mills, S. & al., e., 2009. Diet, ageing and genetic factors in the patho-genesis of diverticular disease. *World journal of gastroenterology* , pp. 2479-2488.
- Costi, R. et al., 2012. Challenging a classic myth: pneumoperitoneum associated with acute diverticulitis is not an indication for open or laparoscopic emergency surgery in hemodynamically stable patients. A 10-year experience with a nonoperative treatment. *Surgical Endoscopy*, Issue 26, pp. 2061-2071.
- Delvaux, M., 2003. Diverticular disease of the colon in Europe: epidemiology, impact on citizen health and prevention. *Alimentary pharmacology & therapeutics*, 18(Suppl 3), pp. 71-74.
- Drummond, H., 1916. Sacculi of the large intestine, with special reference to their relations to the blood-vessels of the bowel wall. *British Journal of Surgery*, 4(15), pp. 407-413.
- Ebusio, E. & Eisenberg, M., 1973. Natural History of Diverticular Disease of the Colon in Young Patients. *The American Journal of Surgery*, pp. 308-311.
- El-Sayed, C. et al., 2018. Risk of Recurrent Disease and Surgery Following an Admission for Acute Diverticulitis. *Dis Colon Rectum*, 61(3), pp. 382-389.
- Etzioni, D., Mack, T., Beart, R. & Kaiser, A., 2009. Diverticulitis in the United States: 1998-2005 Changing Patterns of Disease and Treatment. *Ann Surg*, Band 249, pp. 210-217.
- Evans, J., Kozol, R. & Frederick, W., 2008. Does a 48-hour rule predict outcomes in patients with acute sigmoid diverticulitis?. *Journal of gastrointestinal surgery : official journals of the Society for Surgery of the Alimentary Tract*, Issue 12, pp. 577-582.
- Fisher, N., Berry, C. & Fearn, T., 1985. Cereal dietary fiber consumption and diverticular disease: a lifespan study in rats. *American Journal of Clinical Nutrition*, 42(5), pp. 788-804.
- Flor, N., Maconi, G., Cornalba, G. & Pickhardt, P. J., 2017. The Current Role of Radiologic and Endoscopic Imaging in the Diagnosis and Follow-Up of Colonic Diverticular Disease. *AJR*, pp. 15-24.

Friend, K. & Mills, A., 2011. Is Outpatient Oral Antibiotic Therapy safe and Effective for the Treatment of Acute Uncomplicated Diverticulitis?. *Annals of Emergency Medicine*, 57(6), pp. 600-602.

Gaertner, W. et al., 2013. The evolving role of laparoscopy in diverticular disease: a systematic review. *World J Surg*, Band 37, pp. 629-638.

Gear, J., Ware, A. & Fursdon, P., 1979. Symptomless Diverticular Disease and Intake of Dietary Fibre. *The Lancet*, 10 March, pp. 511-514.

Gielens, M. et al., 2012. Preoperative staging of perforated diverticulitis by computed tomography scanning. *Tech Colorpctol*, 16(5), pp. 363-368.

Goldstein, N., 1997. Histology of the mucosa in sigmoid colon specimens with diverticular disease: Observations for the interpretation of sigmoid colonoscopic biopsy specimens. *American Journal of Clinical Pathology*, 107(4), pp. 438-444.

Halim, H., Askari, A., Nunn, R. & Hollignshead, J., 2019. Primary resection anastomosis versus Hartmann's procedure in Hinchey III and IV diverticulitis. *World Journal of Emergency Surgery*, 11 07, 14(32).

Hanna, M. & Kaiser, A., 2021. Update on the management of sigmoid diverticulitis.. *World J Gastroenterol.*, 7 Mar, 27(9), pp. 760-781.

Hellwig, I., Böttner, M. & Barrenschee, M., 2014. Alterations of the enteric smooth musculature in diverticular disease. *Journal of Gastroenterology*, 49(8), pp. 1241-1252.

Hinchey, E., Schaal, P. & Richards, G., 1978. Treatment of perforated diverticular disease of the colon. *Adv Surg*, 12(85), pp. 85-109.

Hjern, F., Wolk, A. & Haskansson, N., 2012. Obesity, Physical Inactivity, and Colonic Diverticular Disease Requiring Hospitalization in Women: A Prospective Study. *The American Journal of Gastroenterology*, 107(2), pp. 296-302.

Hollerweger, A. et al., 2000. Sigmoid Diverticulitis Value of Transrectal Sonography in Addition to Transabdominal Sonography. *American Journal of Roentgenology*, 175(4), pp. 1155-1160.

Holmer, C., Lehmann, K. & Engelmann, S., 2010. Microscopic findings in sigmoid diverticulitis-changes after conservative therapy. *Journal of gastrointestinal surgery : official journal of the Society for Surgery of the Alimentary Tract*, Issue 14, pp. 812-817.

Humes, D., 2012. Changing epidemiology: Does it increase our understanding?. *Digestive Diseases*, pp. 6-11.

Humes, D., Flemin, K. & Spiller, R., 2011. Concurrent drug use and the risk of perforated colonic diverticular disease: a population-based case-control study. *Gut*, 60(2), pp. 219-224.

Hwang, S., Cannom, R. & Abbas, M., 2010. Diverticulitis in transplant patients and patients on chronic corticosteroid therapy: A systematic review. *Diseases of the Colon and Rectum*, 53(12), pp. 1699-1707.

Jun, S. & Stollman, N., 2002. Epidemiology of diverticular disease. *Best Pract Res Clin Gastroenterol*, pp. 529-542.

Jurowich, C. & Germer, C., 2015. Elective Surgery for Sigmoid Diverticulitis- Indications Techniques, and Results. *Viszeralmedizin*, Band 31, pp. 112-116.

Käser, S., Frankhauser, G. & Glauser, P., 2010. Diagnostic value of inflammation markers in predicting perforation in acute sigmoid diverticulitis. *World Journal of surgery*, Issue 34, pp. 2717-2722.

Klarenbeek, B., De Korte, N. & Van Der Peet, D., 2012. Review of current classifications for diverticular disease and a translation into clinical practice. *International Journal of Colorectal Disease*, 27(2), pp. 207-214.

Klarenbeek, B., Samuels, M. & van der Wal, M., 2010. Indications for elective sigmoid resection in diverticular disease. *Annals of surgery*, 251(4).

Knoll, T. et al., 2015. *AMWF online*. [Online] Available at: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/043-025l_S2k_Urolithiasis_Diagnostik_Therapie_Metaphylaxe_2015-03-abgelaufen.pdf [Zugriff am 20 10 2018].

Kopylov, U., Ben-Horin, S. & Lahat, A., 2012. Obesity, Metabolic Syndrome and the Risk of Development of Colonic Diverticulosis. *Digestion*, 86(3), pp. 201-205.

Kruse, E. & Leifeld, L., 2015. Prevention and Conservative Therapy of Diverticular Disease. *Viszeralmedizin*, 31(2), pp. 103-106.

Kumar, R. et al., 2006. Factors affecting the successful management of intra-abdominal abscesses with antibiotics and the need for percutaneous drainage.. *Dis Colon Rectum*, Feb, Band 2, pp. 183-9.

Laméris, W. et al., 2008. Graded compression ultrasonography and computed tomography in acute colonic diverticulitis: Meta-analysis of test accuracy. *European Radiology*, 18(11), pp. 2498-2511.

Laméris, W. et al., 2009. Imaging strategies for detection of urgent conditions in patients with acute abdominal pain: diagnostic accuracy study. *BMJ*, 338(b2431).

Laméris, W., Van Randen, A. & van Gluik, T., 2010. A clinical decision rule to establish the diagnosis of acute diverticulitis in the emergency department. *Disease of the colon and rectum*, Issue 53, pp. 896-904.

Lee, Y., 1986. Diverticular disease of the large bowel in Singapore - An autopsy survey. *Diseases of the Colon & Rectum*, 29(5), pp. 330-335.

Leifeld, L. et al., 2014. *awmf.org*. [Online] Available at: http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/021-020I_S3_Divertikelkrankheit_Divertikulus_2014-05.pdf [Zugriff am 29 04 2016].

Lembcke, B., 2016. Ultrasonography in acute diverticulitis - credit where credit is due An educational review on patterns, practice and differential diagnoses accompanyign the satement of the Section Interl Medicine of the DEGUM. *Z Gastroenterol*, Band 54, pp. 47-57.

Liljegren, G. et al., 2007. Acute colonic diverticulitis: A systematic review of diagnostic accuracy. *Colorectal Disease*, 9(6), pp. 480-488.

Loffeld, R. & Van Der Putten, A., 2002. Diverticular disease of the colon and concomitant abnormalities in patients undergoing endoscopic evaluation of the large bowel.. *Colorectal Dis.*, 05, pp. 189-192.

Masoomi, H., Buchberg, B. & Mango, C., 2011. Trends in Diverticulitis Management in the United States From 2002 to 2007. *Archives of Surgery*, 146(4), pp. 400-406.

Meyers, M., Alfonso, D. & Gray, G., 1976. Pathogenesis of bleeding colonic diverticulosis.. *Gastroenterology*, Band 71, pp. 577-583.

Müller, M., 2012. *Chirurgie für Studium und Praxis*. 11. Auflage Hrsg. Breisach: Medizinische Verlags- und Informationsdienste.

Nakaji, S., Danjo, K. & Munakata, A., 2002. Comparison of etiology of right-sided diverticula in Japan with that of left sided diverticula in the west. *International Journal of Colorectal Disease*, 17(6), pp. 365-373.

Nielsen, K., Richir, M. & Stolk, T., 2014. The Limited Role of Ultrasound in the Diagnostic Process of Colonic Diverticulitis. *World Journal of Surgery*, 38(7), pp. 1814-1818.

Peppercorn, M., 2004. The Overlap of Inflammatory Bowel Disease and Diverticular Disease. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 38(Suppl. 1), pp. S8-S10.

Ripolles, T., Agramunt, M. & Martinez, M., 2003. The role of ultrasound in the diagnosis, management and evolutive prognosis of acute left-sided colonic diveritculitis: a review of 208 patients.. *European radiology*, Band 13, pp. 2587-2595.

Ritz JP, L. K. F. B., 2011. Outcome of patients with aucte sigmoid diverticulitis: multivariate analysis of risk factors for free perforation. *Surgery*, Band 149, pp. 606-613.

Ritz, J.-P.et al., 2011. Akute Sigmadivertikulitis - Wird seit Einführung der Laparoskopie und CT-Diagnostik häufiger operiert?. *Der Chirurg*, 01 08.

Ritz, J., Lehmann, K. & Lodenkemper, C., 2010. Preoperative CT staging in sigmoid diverticulitis—does it correlate with intraoperative and histological findings?. *Langenbecks Arch Surg*, 395(8), pp. 1009-1015.

- Ritz, J., Lehmann, K., Stoux, A. & al., e., 2011. Sigmoid Diverticulitis in Young Patients - A More Aggressive Disease than in Older Patients?. *J Gastrointest Surg*, pp. 667-674.
- Rosemar, A., Angeras, U. & Rosengren, A., 2008. Body Mass Index and Diverticular Disease: A 28-Year Follow-Up Study in Men. *Diseases of the Colon and Rectum*, 51(4), pp. 450-455.
- Rosemar, A., Ivarsson, M., Borjesson, L. & L, H., 2007. Increased concentration of tissue-degrading matrix metalloproteinases and their inhibitor in complicated diverticular disease. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 42(2), pp. 215-220.
- Sánchez-Velázquez, P., Grande, L. & Pera, M., 2016. Outpatient treatment of uncomplicated diverticulitis: a systematic review. *Eur J Gastroenterol Hepatol*, 00(000), pp. 000-000.
- Santin, B., Prasad, V. & Caniano, D., 2009. Colonic diverticulitis in adolescents: An index case and associated syndromes. *Pediatric Surgery International*, 25(10), pp. 9101-905.
- Schiller, V., Schreiber, L., Seaton, C. & Sarti, D., 1995. Transvaginal sonographic diagnosis of sigmoid diverticulitis. *Abdominal imaging*, Band 20, pp. 253-255.
- Schultz, J. et al., 2020. European Society of Coloproctology: guidelines for the management of diverticular disease of the colon.. *Colorectal Dis.*, 22 Sep, Issue Suppl. 2, pp. 5-28.
- Sher, M., Agachan, F. & Bortul, M., 1997. Laparoscopic surgery for diverticulitis. *Surg Endosc*, Issue 11, pp. 264-267.
- Siewert, B., Tye, G. & Kruskal, J., 2006. Impact of CT-guided drainage in the treatment of diverticular abscesses: size matters. *AJR American journal of roentgenology*, Band 186, pp. 680-686.
- Simpson, J., Scholfield, J. & Spiller, R., 2002. Pathogenesis of Colonic Diverticula. *British Journal of Surgery*, 89(5), pp. 546-554.
- Slack, W., 1962. The anatomy, pathology, and some clinical features of diverticulitis of the colon. *British Journals of Surgery*, 50(220), pp. 185-190.
- Soliman, M. et al., 2004. Primärdiagnostik der akuten Sigmadivertikulitis. *Ultraschall in der Medizin*, 25(5), pp. 342-347.
- Solkar, M., Forshaw, M. & Sankarajah, D., 2005. Colovesical fistula--is a surgical approach always justified?. *Colorectal disease : the official journal of the Association of Coloproctology of Great Britain and Ireland*, pp. 467-471.
- Stoker, J., van Randen, A., Laméris, W. & Boermeester, M. A., 2009. Imaging Patients with Acute Abdominal Pain. *Radiology*, Band 253, pp. 31-46.
- Stollman, N. & Raskin, J., 1999. Diverticular disease of the colon. *Journal of clinical gastroenterology*, 29(3), pp. 241-252.
- Strate, L. & Liu, Y., 2012. Use of Aspirin or NSAIDs increases Risk for diverticulitis and Diverticular Bleeding. *Gastroenterology*, 140(5), pp. 1427-1433.

- Strate, L., Liu, Y. & Aldoori, W., 2008. Nut, corn and popcorn consumption and the incidence of diverticular disease. *JAMA*, 27 August, Band 8, pp. 907-914.
- Strate, L., Liu, Y. & Aldoori, W., 2009. Physical Activity Decreases Diverticular Complications. *The American Journal of Gastroenterology*, 104(5), pp. 1221-1230.
- Strate, L., Modi, R. & Cohen, E., 2012. Diverticular Disease as a Chronic Illness: Evolving Epidemiologic and Clinical Insights. *The American Journal of Gastroenterology*, 107(10), pp. 1486-93.
- Tack, D. et al., 2005. Suspected Acute Colon Diverticulitis: Imaging with Low-Dose Unenhanced Multi-Detector Row CT. *Radiology*, 237(1), pp. 189-96.
- Tocchi, A. et al., 2001. Preservation of the inferior mesenteric artery in colorectal resection for complicated diverticular disease. *Am J Surg*, Band 182, pp. 162-167.
- Toorenvliet, B., Bakker, R. & Breslau, P., 2011. Colonic diverticulitis: a prospective analysis of diagnostic accuracy and clinical decision-making. *Colorectal disease : the official journals of the Association of Coloproctology of Great Britain and Ireland*, 13(Suppl. 3), pp. 1-11.
- Tsuruocka, N., Iqakiri, R. & Hara, M., 2011. NSAIDs are a significant risk factor for colonic diverticular hemorrhage in elder patients: Evaluation by a case-control study. *Journal of Gastroenterology and Hepatology (Australia)*, 26(6), pp. 1047-1052.
- Tursi, A., 2015. Diverticular Disease of the Colon and Irritable Bowel Syndrome: It Is Time to Differentiate. *American Journal of Gastroenterology*, Issue 110, pp. 774-775.
- Vaslileois, R., Anna, G. & Christos, L., 2013. *Hindwai Publishing Corporation*. [Online] Available at: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/565928> [Zugriff am 25 02 2016].
- Wasvary, H., Tufah, F. & Kadro, O., 1999. Same hospitalization resection for acute diverticulitis. *Am Surg*, 65(632), pp. 632-635.
- Wedel, T. & Böttner, M., 2014. Anatomie und Pathogenese der Divertikelkrankheit. *Der Chirurg*, 85(4), pp. 281-288.
- West, A. & Losada, M., 2004. The pathology of diverticulitis coli.. *Journal of clinical gastroenterology*, Band 1, pp. S11-S16.
- Yamada, E., Inamori, M., Uchida, E. & Tanida, E., 2014. Association Between the Location of Diverticular Disease and The Irritable Bowel Syndrome: A Multicenter Study in Japan. *The American Journal of Gastroenterology*, Issue 109, pp. 1900-1905.
- Zielke, A., Hasse, C. & Nies, C., 1997. Prospective evaluation of ultrasonography in acute colonic diverticulitis. *The British journal of surgery*, Band 3, pp. 385-388.

II Anhang

A.1. Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1 – Abdomen CT mit reizloser Sigmadivertikulose (Pfeile) Abbildungsnachweis:
Dr. med. Paul Hellerhoff;
https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:CT_images_of_diverticulosis#/media/File:Sigmadivertikulose_CT_axial.jpg 7
- Abbildung 2: Histoanatomie eines Divertikels - 1: Öffnung zum Darmlumen 2: Divertikelhals
3: Divertikeldach. OP-Präparat, HE-Färbung. Abbildungsnachweis: Dot. A. Brollo
https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Histopathology_of_diverticulosis#/media/File:Colon_diverticulosis_whole_slide.jpg 11
- Abbildung 3: Verschiedene Einteilungsformen der Sigmadivertikulitis 14
- Abbildung 4: Sensitivität und Spezifität der Sonographie zur Diagnostik der
Sigmadivertikulitis in der Meta-Analyse von Laméris et al. Abbildungsnachweis: Laméris
W, 2008. RP: richtig positiv, FP: falsch positiv, PLR: positive likelihood rate, NLR:
negative likelihood rate. 17
- Abbildung 5: Sensitivität und Spezifität der Computertomographie in der Sigmadivertikulitis in
der Meta-Analyse von Laméris et al. Abbildungsnachweis: Laméris W, 2008, RP: richtig
positiv, FP: falsch positiv, PLR: positive likelihood rate, NLR: negative likelihood rate. . 18
- Abbildung 6: Sonographie des Colon sigmoideum bei unkomplizierter Sigmadivertikulitis,
CDD 1a. Rechtes Bild: Colon sigmoideum im Längsschnitt, Blaue Pfeile markieren
Divertikel. Linkes Bild: Colon sigmoideum im Querschnitt. Deutliche Wandverdickung.
Bildnachweis: Uniklinik RWTH Aachen, Klinik für Diagnostische und Interventionelle
Radiologie, mit Genehmigung der Klinikdirektorin Prof. Dr. C. Kuhl. 19
- Abbildung 7: CT-Abdomen bei gedeckt perforierter Divertikulitis, CDD 2a. Linkes Bild: Axiale
Schnittführung, der blaue Pfeil markiert die mesenteriale Imbibierung angrenzend an
das entzündlich wandverdickte Colon sigmoideum. Rechtes Bild: Koronare
Schnittführung, der blaue Pfeil markiert eine weichteildichte Verdichtung im
perisigmoidalen Fettgewebe, die der gedeckten Perforation entspricht. Bildnachweis:
Uniklinik RWTH Aachen, Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, mit
Genehmigung der Klinikdirektorin Prof. Dr. C. Kuhl. 19

Abbildung 8: Rechtes Bild: Sonographie bei unkomplizierter Sigmadivertikulitis, CDD 1b. Der Pfeil markiert die Peridivertikulitis. Linkes Bild: CT-Abdomen des gleichen Patienten, der Pfeil markiert einen Mikroabszess, der sonographisch nicht detektiert wurde. Bildnachweis: Uniklinik RWTH Aachen, Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, mit Genehmigung der Klinikdirektorin Prof. Dr. C. Kuhl.	20
Abbildung 9: Statements der S2-Leitlinie Divertikelkrankheit zur bildgebenden Diagnostik, Abbildungsnachweis: Leifeld, et al., 2014	21
Abbildung 10: Rechtes Bild: CT einer gedeckt perforierten Sigmadivertikulitis mit Abszess (Pfeil), CDD 2b. Linkes Bild: Entlastung mittels CT-gesteuerter Drainagenanlage (Pfeil). Bildnachweis: Uniklinik RWTH Aachen, Klinik für Diagnostisch und Interventionelle Radiologie, mit Genehmigung der Klinikdirektorin Prof. Dr. C. Kuhl.	23
Abbildung 11: Therapie entsprechend dem CDD-Stadium	25
Abbildung 12: Diagnostisches Vorgehen an der UMR	26
Abbildung 13: Studienprotokoll	29
Abbildung 14: Geschlechterverteilung	33
Abbildung 15: Altersverteilung	33
Abbildung 16: BMI Abbildung 17: Gewichtsverteilung	34
Abbildung 18: Anzahl von Manifestationen der Sigmadivertikulitis, ? >1 = unbekannt, aber mehrere. Rot: SG, Blau: GMK	35
Abbildung 19: CRP Abbildung 20: Leukozyten	35
Abbildung 21: Übersichtsblatt zu Patientenkollektiv und Bildgebung	37
Abbildung 22: Indikationsstellung CT in der Gruppe mit Komplikationen	38
Abbildung 23: Ergebnisse der Sonographie, Rot: Studiengruppe, Blau: Gruppe mit Komplikationen	39
Abbildung 24: Ergebnisse der Computertomographie, Rot: Studiengruppe, Blau: Gruppe mit Komplikationen	40
Abbildung 25: Übersicht über die erhobenen Nebenfunde	42

Abbildung 26: Antibiotikagabe Rot: SG, Blau: GMK Abbildung 27: Liegedauer43

Abbildung 28: Therapeutische Konsequenz bei festgestellter komplizierter Sigmadivertikulitis
.....44

A.2 Thesen

1. Eine routinemäßige Anwendung der CT in der Diagnostik der Sigmadivertikulitis ist nicht notwendig.
2. Die Durchführung einer CT kann auf folgende Konstellationen beschränkt werden:
 - a. Klinisch oder sonographisch besteht V.a. eine komplizierte Sigmadivertikulitis.
 - b. Die Sonographie ist nicht wegweisend.
3. In der Gruppe der Patienten, die aufgrund klinischer und sonographischer Einschätzung als „unkomplizierte Sigmadivertikulitis“ eingestuft wurden, musste aufgrund der additiven CT nur bei einem (1/30) Patienten der konservative Therapiepfad verlassen werden. Dieser Patient wäre unabhängig davon im klinischen Verlauf aufgrund stagnierender Entzündungswerte und ausbleibender Besserung auffällig geworden.
4. Bei klinischer und sonographischer Einschätzung einer unkomplizierten Sigmadivertikulitis kann aufgrund der vorliegenden Daten auf die Durchführung einer CT verzichtet werden. Dies betraf 45,5% (30/66) des gesamten Patientenkollektivs und ist mit retrospektiven Daten aus unserer Klinik übereinstimmend.
5. Von der Hauptdiagnose Sigmadivertikulitis unabhängige Nebenbefunde wurden durch die CT bei 10,6% des gesamten Patientenkollektivs als Zufallsbefunde detektiert. In keinem Fall wäre durch fehlende Detektion aufgrund nicht durchgeführter CT im weiteren Verlauf ein wesentliches Risiko für den Patienten entstanden.
6. Anhand von Alter, Geschlecht, Körpergewicht und Entzündungslabor (CRP/Leukozyten) ist eine Differenzierung zwischen unkompliziertem und kompliziertem Verlauf nicht möglich.

A.3 Danksagung

Mein herzlicher Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. Ernst Klar, für die Vergabe des interessanten Themas sowie seiner fortwährenden Unterstützung während des Anfertigens dieser Arbeit.

Ebenso danke ich meinen Betreuern, Herrn Dr. med. Rolf Dahmen und Herrn PD Dr. med. Malte Weinrich für die unkomplizierte und freundliche Zusammenarbeit.

Frau Dr. Katja Kloker danke ich für Unterstützung bei der Einordnung der zahlreichen radiologischen Befunde und Nebenbefunde.

Frau Zink aus dem Archiv der Chirurgischen Universitätsklinik in Rostock danke ich für die stets freundliche Zusammenarbeit bei der Aufarbeitung der archivierten Patienten.

Mein Dank gilt auch dem Team der Station B und Station D, die während der Datensammlung von großer Hilfe waren.

Diese Arbeit ist meinen Eltern, Karin und Rudolf Sieben, gewidmet.

Danke, dass ihr in der Zeit immer für mich da wart und an mich geglaubt habt.

A.4 Eidestattliche Erklärung

Hiermit versichere ich an Eides statt,

dass ich die eingereichte Dissertation selbständig und ohne unzulässige fremde Hilfe verfasst, andere als die in ihr angegebene Literatur nicht benutzt und dass ich alle ganz oder annähernd übernommenen Textstellen sowie verwendete Grafiken, Tabellen und Auswertungsprogramme kenntlich gemacht habe. Außerdem versichere ich, dass die vorgelegte elektronische mit der schriftlichen Version der Dissertation übereinstimmt und die Abhandlung in dieser oder ähnlicher Form noch nicht anderweitig als Promotionsleistung vorgelegt und bewertet wurde.

Hamburg,

(Einreichungsdatum)

(Vollständige Unterschrift)

A.5 Lebenslauf

Name: Paul Felix Sieben

Geburtsdatum: 09.07.1991 in Aachen

Ausbildung:

Seit 12/2021	Assistenzarzt, Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
02/2018-10/2021	Assistenzarzt, Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Uniklinikum RWTH Aachen
11/2017	Ärztliche Approbation
10/2010-11/2017	Studium der Humanmedizin Universität Rostock
2009	Abitur, Einhard Gymnasium Aachen

Publikationen:

Hitpass L, Amygdalos I, **Sieben P**, Raaff V, Lang S, Bruners P, Kuhl CK, Barabasch A. MRI-Based Quantitation of Hepatic Steatosis Does Not Predict Hypertrophy Rate after Portal Vein Embolization in Patients with Colorectal Liver Metastasis and Normal to Moderately Elevated Fat Fraction. *J Clin Med*. 2021 May 7;10(9):2003. doi: 10.3390/jcm10092003. PMID: 34067008; PMCID: PMC8125629.

Liebl M, Pedersoli F, Zimmermann M, Schulze-Hagen M, Truhn D, **Sieben P**, von Stillfried S, Tschinaev A, Heinzl A, Kuhl CK, Bruners P, Isfort P. Induction of Contralateral Hepatic Hypertrophy by Unilobar Yttrium-90 Transarterial Radioembolization versus Portal Vein Embolization: An Animal Study. *J Vasc Interv Radiol*. 2021 Jun;32(6):836-842.e2. doi: 10.1016/j.

Pedersoli F, Zimmermann M, Schulze-Hagen M, **Sieben P**, Barzakova E, Goerg F, Keil S, Gombert A, Kuhl CK, Isfort P, Bruners P. Retrograde Recanalization of the Celiac Artery via the Pancreaticoduodenal Arcade as a Safe and Valid Alternative to Antegrade Access. *Vasc Endovascular Surg*. 2020 Aug;54(6):477-481. doi: 10.1177/1538574420927132. Epub 2020 May 18. PMID: 32419653.jvir.2021.01.281. Epub 2021 Mar 6. PMID: 33689835.