

DISSERTATION

Therapie der Anastomoseninsuffizienz nach kolorektalen Resektionen – Welches operative Verfahren bietet das beste Outcome?

Which surgical treatment of grade C anastomotic leaks following colorectal resections proves to be most potent

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Doktor medic Mohamad El-Ahmar, MBA

Erstbetreuung: Prof. Dr. med. Jörg-Peter Ritz

Datum der Promotion: 20.Juni 2025

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	iii
Abbildungsverzeichnis.....	iv
Abkürzungsverzeichnis.....	v
Zusammenfassung.....	1
Abstract (English).....	2
1 Einleitung.....	3
1.1 Darstellung des Hintergrunds.....	3
1.2 Aktueller Forschungsstand und Bedeutung der Arbeit für das Fachgebiet.....	3
1.3. Verbesserung des postoperativen Outcomes der Patienten an den Helios Kliniken Schwerin	4
1.4 Eigene Erfahrungen zum Thema der Studie.....	5
1.5 Eigener Beitrag an der Studie und Publikation	6
1.6 Fragestellung der Studie	8
2 Methodik	9
2.1 Einschlusskriterien.....	9
2.2 Definition einer Grad C AI	9
2.3 Detektion einer AI	9
2.4 Resektionsausmaß.....	10
2.5 Parameter zur Analyse der Kurzeitergebnisse.....	10
2.6 Statistische Mittel.....	10
3 Ergebnisse.....	11
3.1 Allgemeine Ergebnisse der Studie.....	11
3.2 Spezifische Ergebnisse nach Kolonresektionen.....	13
3.3 Spezifische Ergebnisse nach Rektumresektionen	17
4 Diskussion	20
4.1 Diskussion	20

4.2 Limitationen der Arbeit.....	22
4.3 Klinische Anwendungen und weiterführende Fragen	22
5 Schlussfolgerungen	24
<i>Literaturverzeichnis</i>	<i>27</i>
<i>Eidesstattliche Versicherung</i>	<i>32</i>
<i>Anteilerklärung an den erfolgten Publikationen.....</i>	<i>33</i>
<i>Druckexemplar(e) der Publikation(en).....</i>	<i>34</i>
<i>Lebenslauf.....</i>	<i>62</i>
<i>Komplette Publikationsliste.....</i>	<i>63</i>
<i>Danksagung</i>	<i>64</i>

Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Allgemeine Ergebnisse der Studie [El Ahmar M, Koch F, Ristig M, Lehmann K, Ritz JP. Reconstruction, oversewing, or taking the anastomosis down - which surgical intervention is most potent in the treatment of anastomotic leaks following colorectal resections? *Langenbecks Arch Surg.* 2023 Jul 5;408(1):266. doi: 10.1007/s00423-023-02986-2. PMID: 37405509.]... 12
- Tabelle 2: Kurzzeitergebnisse nach Behandlung einer AI nach Kolonresektionen [El Ahmar M, Koch F, Ristig M, Lehmann K, Ritz JP. Reconstruction, oversewing, or taking the anastomosis down - which surgical intervention is most potent in the treatment of anastomotic leaks following colorectal resections? *Langenbecks Arch Surg.* 2023 Jul 5;408(1):266. doi: 10.1007/s00423-023-02986-2. PMID: 37405509.]..... 15
- Tabelle 3: Kurzzeitergebnisse nach Behandlung einer AI nach Rektumresektionen [El Ahmar M, Koch F, Ristig M, Lehmann K, Ritz JP. Reconstruction, oversewing, or taking the anastomosis down - which surgical intervention is most potent in the treatment of anastomotic leaks following colorectal resections? *Langenbecks Arch Surg.* 2023 Jul 5;408(1):266. doi: 10.1007/s00423-023-02986-2. PMID: 37405509.]..... 18

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Spezifische Ergebnisse der Kolonresektionen [El Ahmar M, Koch F, Ristig M, Lehmann K, Ritz JP. Reconstruction, oversewing, or taking the anastomosis down - which surgical intervention is most potent in the treatment of anastomotic leaks following colorectal resections? *Langenbecks Arch Surg.* 2023 Jul 5;408(1):266. doi: 10.1007/s00423-023-02986-2. PMID: 37405509.]..... 16
- Abbildung 2: Spezifische Ergebnisse der Rektumresektionen [El Ahmar M, Koch F, Ristig M, Lehmann K, Ritz JP. Reconstruction, oversewing, or taking the anastomosis down - which surgical intervention is most potent in the treatment of anastomotic leaks following colorectal resections? *Langenbecks Arch Surg.* 2023 Jul 5;408(1):266. doi: 10.1007/s00423-023-02986-2. PMID: 37405509.]..... 19
- Abbildung 3: Algorithmus zur postoperativen Behandlung von Patienten nach erfolgter Kolonresektion mit primärer Anastomose [El Ahmar M, Koch F, Ristig M, Lehmann K, Ritz JP. Reconstruction, oversewing, or taking the anastomosis down - which surgical intervention is most potent in the treatment of anastomotic leaks following colorectal resections? *Langenbecks Arch Surg.* 2023 Jul 5;408(1):266. doi: 10.1007/s00423-023-02986-2. PMID: 37405509.]..... 25
- Abbildung 4: Algorithmus zur postoperativen Behandlung von Patienten nach erfolgter Kolonresektion mit primärer Anastomose [El-Ahmar M, Koch F, Ristig M, Lehmann K, Ritz JP. Reconstruction, oversewing, or taking the anastomosis down - which surgical intervention is most potent in the treatment of anastomotic leaks following colorectal resections? *Langenbecks Arch Surg.* 2023 Jul 5;408(1):266. doi: 10.1007/s00423-023-02986-2. PMID: 37405509.]..... 26

Abkürzungsverzeichnis

AI.....	Anastomoseninsuffizienz
ASA.....	<i>American Society of Anesthesiologists</i>
CT.....	Computertomographie
ERAS.....	Enhanced recovery after surgery
IMC.....	Intermediate Care Unit
MAX.....	Maximum
MIN.....	Minimum
PDK.....	Peridural-Katheter
SOP.....	Standard Operating Procedure

Zusammenfassung

Trotz aller medizinischen Fortschritte und der zunehmenden Digitalisierung sowie Einführung neuer Behandlungsmethoden und Optimierung des perioperativen Managements, treten Anastomoseninsuffizienzen (AI) nach kolorektalen Resektionen weltweit weiterhin mit einer Rate zwischen 2% - 19% auf. Dabei beeinflusst diese potentiell lebensbedrohliche Komplikation nicht nur die Kurzzeitergebnisse der Patienten, sondern auch die Rezidivrate und das krankheitsfreie Überleben sowie die Mortalität nach initial kurativ resezierten kolorektalen Karzinomen.

Auch in den Helios Kliniken Schwerin gibt es kontinuierlich Bestrebungen zur Verbesserung der Behandlung von Patienten mit kolorektalen Eingriffen groß. Das Ziel der bestmöglichen Behandlung mit konsekutiver Senkung der postoperativen Morbidität und Mortalität und der damit einhergehenden Vermeidung einer AI sowie Optimierung der Rekonvaleszenz nach erfolgter kolorektaler Resektion, war Gegenstand klinischer Forschungsarbeiten. So konnte unsere Arbeitsgruppe mit einer Studie aus dem Jahr 2022 (El-Ahmar et al.) den Verzicht auf die präoperative Anlage eines Peridural-Katheters evidenzbasiert rechtfertigen.

In einer weiteren Analyse evaluierten wir den robotischen Zugangsweg als neue minimal-invasive Operationstechnik in Kombination mit dem ERAS-Konzept. Das Ziel dieser prospektiven Analyse war es herauszufinden, ob diese Kombination zu einem verbesserten Kurzzeitergebnis für die Patienten führt. Die Ergebnisse dieser Analyse ergaben, dass die Anastomoseninsuffizienzrate in den Helios Kliniken Schwerin mit knapp 5% und die Re-Operationsrate mit fast 12% deutlich unter den geforderten Qualitätszielen der Deutschen Krebsgesellschaft lag.

Ungeachtet aller Bemühungen, treten AI weiterhin auf und es bleibt daher essentiell, nach Detektion einer AI nach kolorektalen Resektionen eine umgehende und suffiziente Behandlung einzuleiten. Ziel der hier dargestellten retrospektiven Studie war es daher herauszufinden, welches operative Verfahren bei einer AI nach kolorektalen Resektionen das beste Outcome bietet. Bestand nach sorgfältigem intraoperativem Assessment die Möglichkeit bei einem kreislaufstabilen Patienten die Anastomose zu erhalten, so hatte die Übernähung der Anastomose mit Anlage eines protektiven Ileostomas sowohl bei den Kolon- als auch bei den Rektumresektionen die höchste Erhaltungsrate bei geringster Re-Interventions- und geringster Mortalitätsrate.

Abstract (English)

Regardless all medical advancements, increasing digitization, and the introduction of new treatment methods along with the optimization of perioperative management, anastomotic leaks continue to occur worldwide following colorectal resections at a rate ranging between 2% and 19%. This potentially life-threatening complication not only impacts short-term patient outcomes but also influences recurrence rates, disease-free survival, and mortality rates following initially curatively resected colorectal carcinomas.

Efforts to advance the treatment of patients undergoing colorectal surgery are ongoing at the Helios Clinics in Schwerin. The primary goal is to optimize patient care by minimizing postoperative complications and mortality rates, while also streamlining recovery processes following colorectal resections. Our clinical research, including a 2022 study by El-Ahmar et al., provides evidence-based justification for the decision to forego preoperative installation of an epidural catheter

In a further analysis, we evaluated the robotic approach as an innovative minimally invasive surgical technique combined with the ERAS concept. The aim of this prospective analysis was to determine whether this combination would lead to improved short-term outcomes for patients. The results of this analysis indicated that the rate of anastomotic leaks at the Helios Clinics in Schwerin was approximately 5%, and the reoperation rate was nearly 12%, both significantly below the quality benchmarks set by the German Cancer Society.

Despite concerted efforts, anastomotic leaks persist, underscoring the importance of promptly initiating effective treatment upon anastomotic leak detection following colorectal resections. This retrospective study aims to ascertain the optimal surgical approach for managing anastomotic leaks following colorectal resections. After thorough intraoperative assessment, if preserving the anastomosis was feasible in a hemodynamically stable patient, over-sewing the anastomosis with the construction of a protective ileostomy led to the highest preservation rates. This approach demonstrated the lowest rates of reintervention- and mortality rates in both colon and rectal resections as well.

1 Einleitung

1.1 Darstellung des Hintergrunds

Anastomosensuffizienzen (AI) nach kolorektaler Resektion stellen weltweit weiterhin eine schwerwiegende Komplikation dar. Entsprechend groß waren in den letzten Jahren die wissenschaftlichen Bemühungen mögliche Risikofaktoren für die Entstehung einer Insuffizienz zu ermitteln [1 – 2]. Viele der identifizierten Risikofaktoren sind jedoch patienten- bzw. tumorimmanent und somit kaum beeinflussbar. Konsekutiv wird das Auftreten einer AI auch zukünftig nicht gänzlich zu vermeiden sein. An der Inzidenz der AI hat sich somit, allem medizinischen Fortschritts zum Trotz, in den letzten Jahren nichts geändert. Folglich sehen sich sowohl die Ärzte in Weiterbildung in der Viszeralchirurgie, als auch die erfahrenen kolorektalen Chirurgen, im Alltag regelmäßig mit dieser lebensbedrohlichen Komplikation konfrontiert. Für das Outcome der Patienten stellen das Erkennen und die zeitgerechte Intervention entscheidende Faktoren dar. Das Spektrum der möglichen Interventionen ist dabei in den letzten Jahren vielfältiger geworden und reicht von der alleinigen Drainage bis zur Re-Laparotomie mit Übernähung der Anastomose und Anlage eines protektiven Ileostomas und Lavageprogramm.

1.2 Aktueller Forschungsstand und Bedeutung der Arbeit für das Fachgebiet

Die Ursachen für eine AI sind vielfältig und trotz intensiver Forschungsbemühungen bis heute nicht vollständig aufgeklärt. Die intensive Suche nach Risikofaktoren hat zahlreiche sowohl patienten- als auch tumor- bzw. operationsabhängige Faktoren identifizieren können [1 – 2, 13]. Des Weiteren wurden nach Auswertung großer Datensätze der Deutschen Gesellschaft für Allgemein- und Viszeralchirurgie, Algorithmen entwickelt um anhand eines Risikorechners die individuelle Wahrscheinlichkeit einer AI zu erfassen und gegebenenfalls aufgrund des Komplikationsprofils auf eine Anastomosenanlage primär zu verzichten [14]. Erfolgt bei der primären Operation eine Wiederherstellung der Kontinuität, so ist die sorgfältige Prüfung der Anastomose zur Detektion einer Minderdurchblutung des Gewebes unabdingbar. Mehrere Studien zur intraoperativen fluoreszenzgestützten Perfusionsmessung mit Indocyaningrün oder zur hyperspektralen Bildgebung

zur Vermeidung von AI aufgrund von Gewebhypoxie, haben vielversprechende Ergebnisse geliefert [15 – 17]. Dennoch bleibt die Inzidenz dieser potentiell lebensbedrohlichen Komplikation weiterhin weltweit hoch.

Das Auftreten einer AI nach kolorektalen Resektionen stellt somit ein einschneidendes Momentum in der postoperativen Phase, mit folglich unweigerlichem Anstieg sowohl der kurzfristigen als auch der langfristigen Morbidität und Mortalität, dar. Je nach Resektionsausmaß variiert die Inzidenz dabei zwischen 1,5% - 19% [13]. Mit Hinblick auf die onkologische Chirurgie steigen zudem, trotz kurativer Primärresektion, sowohl das Risiko eines Malignomrezidivs als auch die Langzeit-Mortalitätsrate deutlich an [3 – 8]. Ferner sinkt das 5-Jahres-krankheitsfreie Überleben [3 – 8].

Viele Studien haben sich daher umfassend mit den möglichen Risikofaktoren einer AI befasst [18 – 19]. Auch findet man viele Studien über chirurgische Vorgehensweisen zur Prävention einer AI, was letztlich immer das Hauptziel jeder kolorektalen Resektion sein sollte. Umso überraschender ist es aber, dass die Literatur, die sich mit der chirurgischen Behandlung einer Grad C AI nach kolorektalen Resektionen beschäftigt, sehr dürftig ist. Jenseits der chirurgischen Therapie einer AI hat sich die konservative Therapie der AI nach kolorektalen Resektion hingegen deutlich weiterentwickelt. Hierbei reichen die Therapiemöglichkeiten von der reinen Antibiotikatherapie bis hin zur CT-gestützten Drainierung kleiner Insuffizienzen [19 – 20]. Zudem hat sich in den letzten Jahren der Anteil der endoskopischen Therapieoptionen gesteigert. Vor allem bei linksseitigen Kolon- bzw. Rektumresektionen ist die Endoskopische Vakuum (EndoVac) Therapie eine ernsthafte Therapieoption [21 – 24]. Allerdings gibt es bisher keinen wissenschaftlichen Konsens darüber, welche Technik nach dem Auftreten einer AI angewandt werden sollte.

1.3. Verbesserung des postoperativen Outcomes der Patienten an den Helios Kliniken Schwerin

Die Optimierung des perioperativen Managements stand hierbei im Vordergrund, sodass das multimodale und interdisziplinäre Behandlungskonzept *enhanced recovery after surgery* (ERAS), das mit evidenzbasierten Maßnahmen darauf zielt, die Rekonvaleszenz der Patienten nach einer Operation zu optimieren, eingeführt wurde [25]. Mit Etablierung des ERAS-Konzepts wurden sämtliche invasiven Maßnahmen hinsichtlich des Nutzens für

die Rekonvaleszenz der Patienten analysiert. Bei fehlendem signifikantem Benefit wurde daraufhin zum Beispiel auf die routinemäßige Anlage eines Periduralkatheters (PDK) bei laparoskopischen Rektumresektionen verzichtet. So konnten wir in einer Studie unserer Klinik aus dem Jahr 2022 diese Maßnahme evidenzbasiert rechtfertigen [El-Ahmar et al.; 9]. Der Verzicht auf einen PDK bei laparoskopischen Rektumresektionen führte zu einem verringerten Intermediate-Care-Unit (IMC) Aufenthalt der Patienten bei schnellerer Mobilisation und insgesamt verringerter Krankenhausverweildauer. Keine Unterschiede konnten aber bei den postoperativen Schmerzen und Komplikationen, insbesondere der AI festgestellt werden [9].

In einer weiteren Analyse aus dem Jahr 2023 wurde der robotische Zugangsweg als neue minimalinvasive Operationstechnik in Kombination mit dem ERAS-Konzept analysiert [El-Ahmar et al; 10]. Das Ziel dieser prospektiven Analyse war es herauszufinden, ob diese Kombination zu einem positiven Kurzzeitergebnis für die Patienten führt [10]. Hierbei traten in knapp 93% der Kolonresektionen und 89% der Rektumresektionen postoperativ keine oder nur eine Minor-Komplikation nach Clavien-Dindo auf ($\leq 3a$ = Minor Klassifikation) [10]. Die Anastomoseninsuffizienzrate lag bei ca. 3% bei den Kolonresektionen und etwas unter 6% bei den Rektumresektionen. Die Re-Operationsrate betrug etwa 8% nach Kolonresektion und knapp 11% nach Rektumresektion [10]. Die Krankenhausverweildauer nach Kolonresektion betrug 5 Tage (d) und 6,5 d nach Rektumresektion [10]. Die Anastomoseninsuffizienzrate soll nach Vorgabe der Deutschen Krebsgesellschaft bei $<6\%$ liegen. Für die potentielle Revisionsoperationen nach kolorektalen Resektionen besteht eine Sollvorgabe von $<15\%$ [11]. Den eigenen Daten zufolge (El-Ahmar et al. 2023) lag in der Analyse in den Helios Kliniken Schwerin die Anastomoseninsuffizienzrate mit knapp 5% und die Re-Operationsrate mit fast 12% deutlich unter den geforderten Qualitätszielen [10].

1.4 Eigene Erfahrungen zum Thema der Studie

Seit Beginn meiner Weiterbildung zum Viszeralchirurgen in den Helios Kliniken Schwerin im Jahr 2016, sind kolorektale Resektionen ein nahezu täglicher Wegbegleiter. Dementsprechend spielen auch AI eine große Rolle auf verschiedenster Ebene. Zum einen ist diese doch weiterhin potentiell lebensbedrohliche Komplikation gerade am Anfang einer

chirurgischen Karriere schwer zu verarbeiten. Zu Beginn der Weiterbildung, mit noch sehr geringer chirurgischer Erfahrung, fehlt oft noch das Gefühl der Verantwortung oder Demut, wenn ein Patient diese Komplikation erleidet. Mit der Zeit und auch mit jedem Patienten und mit jeder Komplikation steigt die chirurgische und auch menschliche Erfahrung. Zum Ende der Weiterbildung beginnt man selbstständig kolorektale Resektionen durchzuführen oder zumindest bei einer dieser Operationen zu assistieren. Man beginnt zu verstehen, wie die Operation abläuft und welche Operationsschritte wichtig sind. Man lernt potentielle Risikofaktoren zu erkennen und versucht Fehler zu vermeiden. Ab der ersten AI, an der man direkt, entweder als Operateur oder als Assistent, beteiligt war, spürt man ein großes Verantwortungsgefühl. Die persönliche Auseinandersetzung mit den schwerwiegenden Konsequenzen für den Patienten und dessen darauffolgende intensive Betreuung lässt kaum Zeit die Ursache dieser Komplikation näher zu analysieren. Erst im späteren Verlauf beginnt man mit der Forschung zur Pathogenese der AI. Man liest u.a. Studien von internationalem Format über mögliche Risikofaktoren und die Indikation zur Operation und das Operationsrisiko werden kritisch gesichtet. Die Operationsschritte werden hinterfragt, jeder Handgriff wird verfolgt, auf jedes potentiell zu erhaltende Gefäß wird geachtet, die angelegte Anastomose kritisch beurteilt, vor dem Bauchverschluss der Situs noch einmal aufmerksam inspiziert, alles, um eine AI zu verhindern. Aber trotz dieser umfangreichen Vorsichtsmaßnahmen, sind AI nach kolorektalen Resektionen nicht vollständig zu vermeiden.

1.5 Eigener Beitrag an der Studie und Publikation

Zu Beginn der eigenen Untersuchungen zu AI mussten die Grundlagen für eine aussagekräftige Studie geschaffen werden. Die spezifische Fragestellung wurde formuliert und Ziele der Studie festgelegt, um am Ende aus den Ergebnissen einen Vorteil für den klinischen Alltag ziehen zu können. Aus diesen Überlegungen ergab sich zunächst eine einfache Fragestellung:

Welche Intervention bei einer klinisch und paraklinisch manifesten AI hat die geringste Re-Interventions- und Re-Insuffizienzrate?

Das Kurzzeitergebnis aller in die Studie eingeschlossener Patienten sollte dann darüber Aufschluss geben, welche Therapieoption den größten Vorteil für die Patienten bietet. Zu Beginn wurde eine Tabelle mit allen für die Studie relevanten Parametern erstellt und

nach Rücksprache mit den Kollegen des Medizincontrollings mit der retrospektiven Datenerhebung ab dem Jahr 2008 begonnen. Mittels der in unserer Klinik etablierten elektronischen Akte wurden alle kolorektalen Resektionen bis Ende August 2020 erfasst und auf eine AI überprüft. Da die Chirurgie nicht mit dem elektiven Operationsprogramm endet, sondern auch das Notfallprogramm abdeckt, wurden zusätzlich alle notfallmäßig erfolgten Eingriffe miteingeschlossen.

Während der Datensammlung erwiesen sich einige Parameter als überflüssig, andere mussten jedoch hinzugenommen werden. So wurden schließlich nur solche AI in die Studie eingeschlossen, welche tatsächlich eine chirurgische Intervention zur Folge hatten. Alle interventionell oder konservativ behandelten AI wurden aus der Studie ausgeschlossen. Zudem wurden alle kolorektalen Resektionen ausgeschlossen, bei denen keine primäre Anastomose angelegt wurde. Nachdem alle 2724 kolorektale Resektionen überprüft und alle relevanten Daten erhoben waren, wurde deutlich, dass ein direkter Vergleich von Kolon- und Rektumresektionen, aufgrund der unterschiedlichen Therapieoptionen nicht möglich und eine strikte Trennung der beiden Gruppen unerlässlich war.

Nach Fertigstellung der Datentabelle wurde diese durch meine zweite Betreuerin begutachtet und alle gewählten Daten noch einmal gemeinsam überprüft. Im Anschluss erfolgte die zeitlich intensive und anspruchsvolle statistische Auswertung des umfangreichen Datensatzes.

Nach Abschluss der Datenerhebungen- und Auswertungen wurde nach einer geeigneten chirurgischen Fachzeitschrift gesucht, deren Kompetenzbereich unsere aktuelle Analyse erfasst, international anerkannt und deren Impact-Faktor in der oberen Quartile angesiedelt ist. Nach Wahl der Zeitschrift wurde entsprechend den Einreichungsrichtlinien die Struktur der Publikation festgelegt. Für eine übersichtliche und kompakte Darstellung der Ergebnisse wurden ergänzende Tabellen und Flussdiagramme erstellt. Die Grafiken und Tabellen sollen dem Leser mit einem Blick die signifikanten Aussagen der Studie aufzeigen. Für eine Nutzung der Daten im klinischen Alltag sowohl an den Helios Kliniken Schwerin, als auch an nationalen und internationalen Kliniken wurde von mir selbstständig ein Algorithmus erstellt, welcher als ergänzendes Tool zur Wahl des optimalen operativen Verfahrens bei einer AI nach Kolon- oder Rektumresektion dienen kann.

Nach Fertigstellung der Publikation in englischer Sprache wurde das Manuskript zunächst mit meiner Zweitbetreuerin nochmals intensiv besprochen und gemeinsam korrigiert. Schließlich wurde der Entwurf meinem Erstbetreuer vorgelegt und dessen Verbesserungsvorschläge und Korrekturen umgesetzt.

Final wurde die Studie in der Fachzeitschrift „Langenbeck's Archives of Surgery“ eingereicht und am 05.07.2023 publiziert.

1.6 Fragestellung der Studie

Behandelt man einen Patienten als Arzt in Weiterbildung nach Facharztstandard oder als Arzt nach Erlangen des Facharztstatus „Viszeralchirurg“, so muss man beim Auftreten einer AI in manchen Fällen die Verantwortung zu Erstellung eines Behandlungsplans übernehmen. Dieser Behandlungsplan sollte evidenzbasiert sein. Erstaunlicherweise fällt die Datenlage zur Therapie einer AI auch im internationalen Vergleich eher dürftig aus. Auch in unserer Klinik war die Therapie oft abhängig vom Operateur. Einen evidenzbasierten Behandlungsplan gab es nicht. Ziel dieser Studie war es daher, Grundlagen für eine evidenzbasierte Entscheidungsfindung für eine chirurgische Therapie der AI zu schaffen.

Als Zielparameter jeder Therapie gelten die Beseitigung des septischen Fokus, der Erhalt der intestinalen Integrität und die Vermeidung von sekundären Komplikationen oder Langzeitfolgen. Im Falle einer Grad C AI bleibt lediglich die chirurgische Therapie, welche jedoch ein breites Spektrum, von der einfachen Übernähung bis hin zur Anastomosenauflösung mit Anlage eines endständigen Anus praeter, umfasst. Ziel der hier beschriebenen Studie war es daher herauszufinden, welches operative Verfahren bei der Behandlung einer AI nach kolorektalen Resektionen am besten geeignet ist, um sekundäre Komplikationen wie Re-Interventionen, eine verlängerte Krankenhausverweildauer oder auch die Mortalität zu verhindern und somit das beste Ergebnis für den Patienten zu erzielen [12].

2 Methodik

2.1 Einschlusskriterien

In dieser retrospektiven Analyse wurden alle kolorektalen Resektionen analysiert, die in den Helios Kliniken Schwerin von 2008 – 2020 durchgeführt wurden. Das Ethikvotum für die Studie wurde am 22.06.2020 von der Ethikkommission der Universitätsmedizin Rostock ausgestellt. Ausgeschlossen wurden dabei lediglich die Fälle, welche konservativ oder interventionell behandelt wurden oder aber in denen keine primäre Anastomose angelegt wurde.

2.2 Definition einer Grad C AI

Eine AI wurde als manifeste Grad C AI definiert, wenn diese mittels radiologischer Schnittbildgebung oder endoskopisch nachgewiesen werden konnte, oder intraoperativ eine dehiscente Anastomose mit Austritt intestinalen Sekrets mit lokalen oder systemischen Infektionszeichen diagnostiziert wurde, welche eine Re-Intervention unumgänglich machten [12].

2.3 Detektion einer AI

Nach allen kolorektalen Resektionen erfolgte täglich eine Visite mit sorgfältiger klinischer Untersuchung. Laborchemische Verlaufskontrollen insbesondere mit Augenmerk auf die Entzündungsparameter wurden genauso wie die intraluminale Beurteilung der Anastomose mittels transanaler Endoskopie oder anderer bildgebender Verfahren wie die abdominale Sonographie und Computertomographie des Abdomens, analysiert und zur Detektion einer möglichen AI herangezogen. Erfolgte die primäre Operation im rechtsseitigen Hemikolon, so waren die Sonographie und Computertomographie des Abdomens die primären Diagnostikhilfen. Erfolgte die primäre Resektion im linksseitigen Hemikolon oder im Rektum, so war die Endoskopie das Diagnostikmittel der Wahl. Bestanden in Zusammenschau der erfolgten Umfelddiagnostik noch Zweifel, so wurden Patienten mit dem klinischen Bild einer Peritonitis einer chirurgischen Intervention zugeführt. Ein konservativer Therapieversuch wurde bei stabilen Patienten mit insgesamt gutem Allgemeinzustand gestartet.

2.4 Resektionsausmaß

Intraoperativ wurden alle Befunde von einem von der deutschen Ärztekammer anerkannten Facharzt für Viszeralchirurgie bewertet. Das chirurgische Spektrum zur Behandlung der AI beschränkte sich dabei auf die fünf folgenden Eingriffe:

- Einfache Übernähung der AI
- Übernähung der AI mit Anlage eines protektiven Ileostomas
- Neuanlage der Anastomose
- Peritoneale Lavage and transanale Drainageanlage.
- Auflösung der Anastomose und Anlage eines endständigen Anus praeter

2.5 Parameter zur Analyse der Kurzzeitergebnisse

Zur Analyse der Kurzzeitergebnisse wurden die folgenden vier Parameter herangezogen:

- Die Anzahl der chirurgischen Re-Interventionen
- Die Erhaltung der Anastomose
- Die Krankenhausverweildauer
- Die Mortalitätsrate

2.6 Statistische Mittel

Zur Deskription der metrischen Variablen wurden Anzahl, Mittelwert, Standardabweichung, Quartile, Extrema (Min und Max) und Median verwendet. Die Verteilung kategorialer Daten wurde mittels absoluter und relativer Häufigkeiten beschrieben. Mit dem Shapiro-Wilk Test wurde zunächst die Normalverteilungsannahme der metrischen Daten überprüft. Wurde die Normalverteilungsannahme nicht abgelehnt ($p\text{-Wert} \geq 0,1$), so wurde der Vergleich von mehr als zwei Gruppen mit dem F Test durchgeführt (zwei Gruppen: t Test). Im Falle der Ablehnung der Normalverteilungsannahme kam bei mehr als zwei der nicht-parametrische Kruskal-Wallis Test zur Anwendung (2 Gruppen: Mann-Whitney-U Test). Zum Vergleich der Häufigkeitsverteilungen einer kategorialen Variablen von unabhängigen Gruppen wurde der Chiquadrat-Test oder der exakte Test nach Fisher (falls es erwartete Zellhäufigkeiten kleiner als fünf gab) verwendet. Alle Tests wurden zweiseitig gerechnet [12].

3 Ergebnisse

3.1 Allgemeine Ergebnisse der Studie

Im Studienzeitraum führte die Abteilung für Allgemein- und Viszeralchirurgie in den Helios Kliniken Schwerin insgesamt 2724 kolorektale Resektionen durch. Dabei erfolgten 2151 Kolon- und 573 Rektumresektionen. Insgesamt wurden 123 Fälle mit einer AI dokumentiert. 92 Fälle (Inzidenz bei 4,4%) mit einer Grad C AI folgten auf Kolonresektionen. Die AI wurde dabei im median am 5. postoperativen Tag manifest (min. 1 Tag; max. 27 Tage). In 31 Fällen (Inzidenz bei 7,2%) wurde eine Grad C AI nach erfolgter Rektumresektion im median am 6. postoperativen Tag klinisch und paraklinisch manifest (min. 1 Tag; max. 49 Tage). 67 der Patienten (72,8% der Fälle) mit einer AI nach erfolgter Kolon- und 15 Patienten nach erfolgter Rektumresektion (48,4% der Fälle) waren männlich. Das Alter der Patienten mit einer AI nach erfolgter Kolonresektion lag zum Operationszeitpunkt im median bei 67 Jahre (min. 26 Jahre; max. 89 Jahre). Das Alter der Patienten mit einer AI nach erfolgter Rektumresektion lag zum Operationszeitpunkt im median bei 65 Jahre (min. 40 Jahre; max. 87 Jahre). In 50 Fällen der Kolonresektionen mit einer AI erfolgte der Eingriff aufgrund eines Malignoms nach onkologischen Richtlinien. Die restlichen 42 Fälle der Kolonresektionen mit einer AI erfolgten auf den Boden eines benignen Grundleidens wie zum Beispiel Divertikulitis, chronisch entzündliche Darmerkrankungen oder mesenteriale Ischämie. In allen 31 Fällen der Rektumresektionen mit einer AI lag ein malignes Grundleiden vor. 66,3 % der Patienten mit einer manifesten AI nach Kolonresektion hatten einen American Society of Anaesthesiologists (ASA) score von ≥ 3 . Bei 52,8% der Patienten mit einer AI nach erfolgter Rektumresektion lag der ASA-score bei ≥ 3 . In 51% der Fälle mit einer AI erfolgte die primäre Kolonresektion laparoskopisch assistiert. In 55,5% der Fälle mit einer AI erfolgte die primäre Rektumresektion laparoskopisch assistiert. Die Krankenhausverweildauer der eingeschlossenen Patienten mit einer AI lag im Median bei 23 Tagen nach Kolonresektion und 27 Tagen nach Rektumresektion [12].

Das Resektionsausmaß bei der primären Operation schloss die folgenden vier Eingriffe ein:

38 Patienten unterzogen sich einer Ileozokalresektion bzw. Hemikolektomie rechts

54 Patienten unterzogen sich einer linksseitigen Kolonresektion

14 Patienten unterzogen sich einer hohen anterioren Rektumresektion

17 Patienten unterzogen sich einer tiefen anterioren Rektumresektion

Aus dieser Studie wurden insgesamt 68 Kolon und 139 Rektumresektionen ausgeschlossen, da keine primäre Anastomosenanlage erfolgte und direkt ein endständiger Anus praeter angelegt wurde. In acht Fällen war eine interventionelle bzw. konservative Therapie möglich (6 Fälle mit einer interventionell behandelten AI und 2 Fälle mit einer konservativ mittels Antibiotikatherapie behandelten AI). In 5 Fällen nach erfolgter tiefer anterior Rektumresektion mit Anlage eines protektiven Anus praeter erfolgte eine EndoVac Therapie [12].

Tabelle 1: Allgemeine Ergebnisse der Studie [El Ahmar M, Koch F, Ristig M, Lehmann K, Ritz JP. Reconstruction, oversewing, or taking the anastomosis down - which surgical intervention is most potent in the treatment of anastomotic leaks following colorectal resections? Langenbecks Arch Surg. 2023 Jul 5;408(1):266. doi: 10.1007/s00423-023-02986-2. PMID: 37405509.]

Kolorektale Resektionen mit einer AI	Kolonresektionen n = 92	Rektumresektionen n = 31
Geschlecht	25 weibliche Patienten 67 männliche Patienten	16 weibliche Patienten 15 männliche Patienten
Alter (in Jahren)	67 (median)	65 (median)
Diagnose	50 (maligne)	31 (maligne)
ASA Score	I– II → 33,7% III– IV → 66,3%	I– II → 47,2% III– IV → 52,8%
Initiales Resektionsausmaß	38 rechtsseitige Kolonresektionen 54 linksseitige Kolonresektion	14 anteriore Rektumresektionen 17 tiefe anteriore Rektumresektionen
Laparoskopisch vs konventionelle Operation	Laparoskopisch assistierte Kolonresektionen 51%	Laparoskopisch assistierte Rektumresektionen 55,5%
Zeitpunkt der AI-in Tagen	5. postop. Tag	6. postop. Tag
Krankenhausverweildauer	23 Tage (median)	27 Tage (median)

3.2 Spezifische Ergebnisse nach Kolonresektionen

In 52 Fällen nach Auftritt einer Grad C AI nach initialer Kolonresektion war die Erhaltung der Anastomose schon bei der ersten Revision nicht möglich und es wurde ein endständiger Anus praeter angelegt. In den 40 weiteren Fällen wurde versucht die Anastomose zu erhalten. In acht Fällen (8,7%) wurde die AI nur übernäht. In 18 Fällen (19,6%) wurde die AI übernäht und ein protektives Ileostoma angelegt. In 14 Fällen (15,2 %) wurde die Anastomose neu angelegt [12].

Im weiteren klinischen Verlauf zeigte sich in einigen Fällen eine insuffiziente Therapie der AI, sodass eine Re-Intervention notwendig wurde. In **fünf Fällen** in denen die AI nur übernäht wurde, war eine Re-Intervention notwendig. Die Re-Interventionsrate in dieser Gruppe der Patienten lag im Durchschnitt bei 2,4 chirurgischen Re-Interventionen (min. eins + max. acht Re-Interventionen). Die Anastomosenerhaltungsrate war in 37,5% der Fälle möglich (drei der initialen acht Fälle). Das Alter der Patienten mit einer einfachen Übernähtung der AI lag im Median bei 68 Jahren (min. 44 Jahre und max. 78 Jahre). Sechs Patienten wurden mit einem ASA-score ≥ 3 klassifiziert. Die Krankenhausverweildauer lag im Median bei 26 Tagen (min. 10 Tage + max. 51 Tage) und die Mortalitätsrate lag bei 12,5% (ein Fall) [12].

Im Falle der Übernähtung der AI mit Anlage eines protektiven Ileostomas konnte die Anastomose in 14 Fällen erhalten werden (Anastomosenerhaltungsrate von 77,8%). In **vier Fällen** lag die Re-Interventionsrate im Durchschnitt bei 1,5 chirurgischen Re-Interventionen (min. eins + max. drei Re-Interventionen). Das Alter der Patienten mit Übernähtung der Anastomose und Anlage eines protektiven Ileostomas lag im Median bei 64 Jahre (min. 27 Jahre und max. 78 Jahre). 11 Patienten wurden mit einem ASA-score ≥ 3 klassifiziert. Die Krankenhausverweildauer lag im Median bei 26 Tagen (min. 11 Tage + max. 66 Tage) und die Mortalitätsrate lag bei 5,9% (ein Fall) [12].

Die Neuanlage der Anastomose erwies sich als suffiziente Therapiemaßnahme in **acht Fällen** (Anastomosenerhaltungsrate von 57,1%). In **sechs Fällen** lag die Re-Interventionsrate im Durchschnitt bei 1,6 chirurgischen Re-Interventionen (min. eins + max. vier Re-Interventionen). Das Alter der Patienten mit Neuanlage der Anastomose lag im Median bei 64,7 Jahre (min. 49 Jahre und max. 89 Jahre). 10 Patienten wurden mit einem

ASA-score ≥ 3 klassifiziert. Die Krankenhausverweildauer lag im Median bei 24 Tagen (min. 7 Tage + max. 71 Tage) und die Mortalitätsrate lag bei 28,6% (vier Fälle) [12].

Wurde bei einer AI nach erfolgter Kolonresektion die Anastomose aufgelöst und ein endständiger Anus praeter angelegt, so war in 44 Fällen keine Re-Intervention notwendig. In den weiteren **acht Fällen** lag die Re-Interventionsrate bei durchschnittlich 1,3 chirurgischen Re-Interventionen (min. eins + max. drei Re-Interventionen). 36 Patienten wurden mit einem ASA-score ≥ 3 klassifiziert. Die Krankenhausverweildauer lag im Median bei 19 Tagen (min. 5 Tage + max. 71 Tage) und die Mortalitätsrate lag bei 18,2% (acht Fälle) [12].

Insgesamt konnte bei der statistischen Auswertung der AI nach Kolonresektionen keine signifikanten Werte ermittelt werden. Bei der Re-Interventionsrate lag der p-Wert bei 0,155, bei der Krankenhausverweildauer bei 0,717 und bei der Mortalitätsrate bei 0,514.

Die spezifischen Ergebnisse nach Kolonresektionen sind in Tabelle 2 und Abbildung 1 zusammengefasst [12].

Tabelle 2: Kurzzeitergebnisse nach Behandlung einer AI nach Kolonresektionen [El Ahmar M, Koch F, Ristig M, Lehmann K, Ritz JP. Reconstruction, oversewing, or taking the anastomosis down - which surgical intervention is most potent in the treatment of anastomotic leaks following colorectal resections? Langenbecks Arch Surg. 2023 Jul 5;408(1):266. doi: 10.1007/s00423-023-02986-2. PMID: 37405509.]

1. Intervention	n = Fälle	Alter (in Jahren)	ASA score (in Fällen)	Erhaltungsrat e	Definitive intervention	Anzahl an Re-interventionen pro Patienten (Durchschnitt)	Krankenhausverweildauer (im Median)	Mortalitätsrate
Einfache Übernähung der AI	8 (8,7%)	min: 44 J. median: 68 J. max: 78 J.	ASA 1: - ASA 2: 2 Fälle ASA 3: 4 Fälle ASA 4: 2 Fälle	37,5%	3 / 8 Einfache Übernähung der AI 4 / 8 Anastomosenauflösung + endständiger Anus praeter 1 / 8 Übernähung der AI + protektives ileostoma	2,4 (min. 1 + max. 8)	26 d (min. 10 + max. 51)	n = 1 (12,5%)
Übernähung der AI + protektives ileostoma	18 (19,6%)	min: 27 J. median: 64 J. max: 78 J.	ASA 1: 1 Fall ASA 2: 6 Fälle ASA 3: 9 Fälle ASA 4: 2 Fälle	77,8%	14 / 18 Übernähung der AI + protektives ileostoma 4 / 18 Anastomosenauflösung + endständiger Anus praeter	1,5 (min. 1 + max. 3)	26 d (min. 11 + max. 66)	n = 1 (5,9%)
Neuanlage der Anastomose	14 (15,2%)	min: 49 J. median: 67 J. max: 89 J.	ASA 1: - ASA 2: 4 Fälle ASA 3: 7 Fälle ASA 4: 3 Fälle	57,1%	8 / 14 Neuanlage der Anastomose 6 / 14 Anastomosenauflösung + endständiger Anus praeter	1,6 (min. 1 + max. 4)	24 d (min. 7 + max. 71)	n = 4 (28,6%)
Anastomosenauflösung + endständiger Anus praeter	52 (56,5%)	min: 26 J. median: 67 J. max: 87 J.	ASA 1: - ASA 2: 16 Fälle ASA 3: 29 Fälle ASA 4: 7 Fälle	0%	52 / 52 Anastomosenauflösung + endständiger Anus praeter	1,3 (min. 1 + max. 3)	19 d (min. 5 + max. 71)	n = 8 (18,2%)
						p-Wert = 0,155	p-Wert = 0,717	p-Wert = 0,514

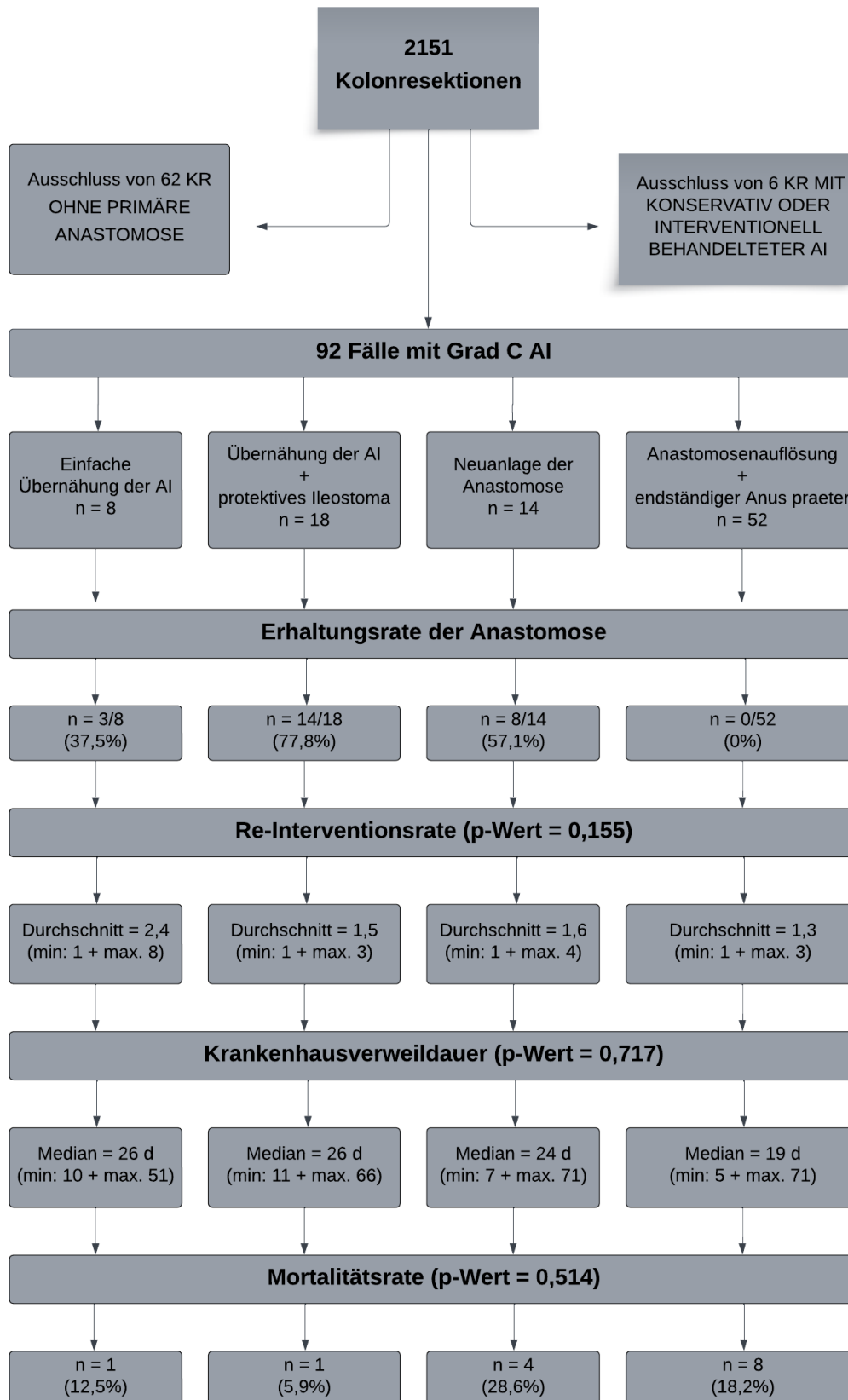


Abbildung 1: Spezifische Ergebnisse der Kolonresektionen [El Ahmar M, Koch F, Ristig M, Lehmann K, Ritz JP. Reconstruction, oversewing, or taking the anastomosis down - which surgical intervention is most potent in the treatment of anastomotic leaks following colorectal resections? *Langenbecks Arch Surg.* 2023 Jul 5;408(1):266. doi: 10.1007/s00423-023-02986-2. PMID: 37405509.]

3.3 Spezifische Ergebnisse nach Rektumresektionen

In 17 Fällen (47,2%) nach Auftritt einer Grad C AI nach initialer Rektumresektion war die Erhaltung der Anastomose nicht mehr möglich und es wurde ein endständiger Anus praeter angelegt. In den 14 weiteren Fällen wurde versucht die Anastomose zu erhalten. In **neun Fällen** (29%) wurde die AI übernäht und ein protektives Ileostoma angelegt. In all diesen Fällen wurde primär eine hohe anteriore Rektumresektion durchgeführt. In **fünf Fällen** (13,9 %) war eine peritoneale Lavage mit Drainageanlage in der Behandlung der AI ausreichend. In all diesen Fällen wurde primär eine tiefe anteriore Rektumresektion durchgeführt. [12].

Im Falle der Übernähtung der AI mit Anlage eines protektiven Ileostomas konnte die Anastomose in **sieben Fällen** erhalten bleiben (Anastomosenerhaltungsrate von 77,8%). In den anderen beiden Fällen lag die Re-Interventionsrate im Durchschnitt bei 1,5 chirurgischen Re-Interventionen (min. eins + max. zwei Re-Interventionen). Das Alter der Patienten mit Übernähtung der Anastomose und Anlage eines protektiven Ileostomas lag im Median bei 63 Jahre (min. 49 Jahre und max. 86 Jahre). **Vier Patienten** wurden mit einem ASA-score ≥ 3 klassifiziert. Die Krankenhausverweildauer lag im Median bei 28 Tagen (min. 13 Tage + max. 57 Tage) und die Mortalitätsrate lag bei 5,9% (ein Fall) [12].

Die Kombination aus einer peritonealen Lavage und transanal Drainageanlage war in **drei Fällen** suffizient (Anastomosenerhaltungsrate von 60%). In den **beiden restlichen Fällen** lag die Re-Interventionsrate im Durchschnitt bei 1,6 chirurgischen Re-Interventionen (min. eins + max. drei Re-Interventionen). Das Alter der Patienten mit peritonealer Lavage und Drainageanlage lag im Median bei 63 Jahre (min. 29 Jahre und max. 78 Jahre). Zwei Patienten wurden mit einem ASA-score ≥ 3 klassifiziert. Die Krankenhausverweildauer lag im Median bei 13 Tagen (min. 8 Tage + max. 31 Tage) und die Mortalitätsrate lag bei 20% (ein Fall) [12].

Wurde bei einer AI nach erfolgter Rektumresektion die Anastomose aufgelöst und ein endständiger Anus praeter angelegt, so war in 10 Fällen keine Re-Intervention notwendig. In den weiteren **sieben Fällen** lag die Re-Interventionsrate bei durchschnittlich 1,1 chirurgischen Re-Interventionen (min. eins + max. zwei Re-Interventionen). 10 Patienten

wurden mit einem ASA-score ≥ 3 klassifiziert. Die Krankenhausverweildauer lag im Median bei 29 Tagen (min. 9 Tage + max. 40 Tage) und die Mortalitätsrate lag bei 5,9% (ein Fall) [12].

Eine statistische Auswertung der Anastomoseninsuffizienzen nach Rektumresektionen war aufgrund der geringen Patientenzahl in den jeweiligen Gruppen nicht möglich.

Die spezifischen Ergebnisse nach Rektumresektionen sind in Tabelle 3 und Abbildung 2 zusammengefasst [12].

Tabelle 3: Kurzzeitergebnisse nach Behandlung einer AI nach Rektumresektionen [El Ahmar M, Koch F, Ristig M, Lehmann K, Ritz JP. Reconstruction, oversewing, or taking the anastomosis down - which surgical intervention is most potent in the treatment of anastomotic leaks following colorectal resections? Langenbecks Arch Surg. 2023 Jul 5;408(1):266. doi: 10.1007/s00423-023-02986-2. PMID: 37405509.]

1. Intervention	n = Fälle	Alter (in Jahren)	ASA score (in Fällen)	Erhaltungsrate	Definitive intervention	Anzahl an Re-interventionen pro Patienten (Durchschnitt)	Krankenhausverweildauer (im Median)	Mortalitätsrate
Übernähung der AI + protektives ileostoma	9 (29,0%)	min: 49 J. median: 63 J. max: 86 J.	ASA 1: 1 Fall ASA 2: 4 Fälle ASA 3: 4 Fälle ASA 4: -	77.8%	7 / 9 Übernähung der AI + protektives ileostoma 2 / 9 Anastomosenauflösung + endständiger Anus praeter	1,5 (min. 1 + max. 2)	28 d (min. 13 + max. 57)	-
Lavage + Drainage	5 (16,2%)	min: 29 J. median: 63 J. max: 78 J.	ASA 1: - ASA 2: 3 Fälle ASA 3: 2 Fälle ASA 4: -	60%	3 / 5 Lavage + Drainage 1 / 5 EndoVAC Therapie 1 / 5 Einfache Übernähung der AI	1,6 (min. 1 + max. 3)	13 d (min. 8 + max. 31)	n = 1 (20%)
Anastomosenauflösung + endständiger Anus praeter	17 (54,8%)	min: 29 J. median: 70 J. max: 87 J.	ASA 1: - ASA 2: 7 Fälle ASA 3: 10 Fälle ASA 4: -	-	17 / 17 Anastomosenauflösung + endständiger Anus praeter	1,1 (min. 1 + max. 2)	29 d (min. 9 + max. 40)	n = 1 (5,9%)
						Keine statistische Auswertung möglich bei zu kleinen Gruppen		

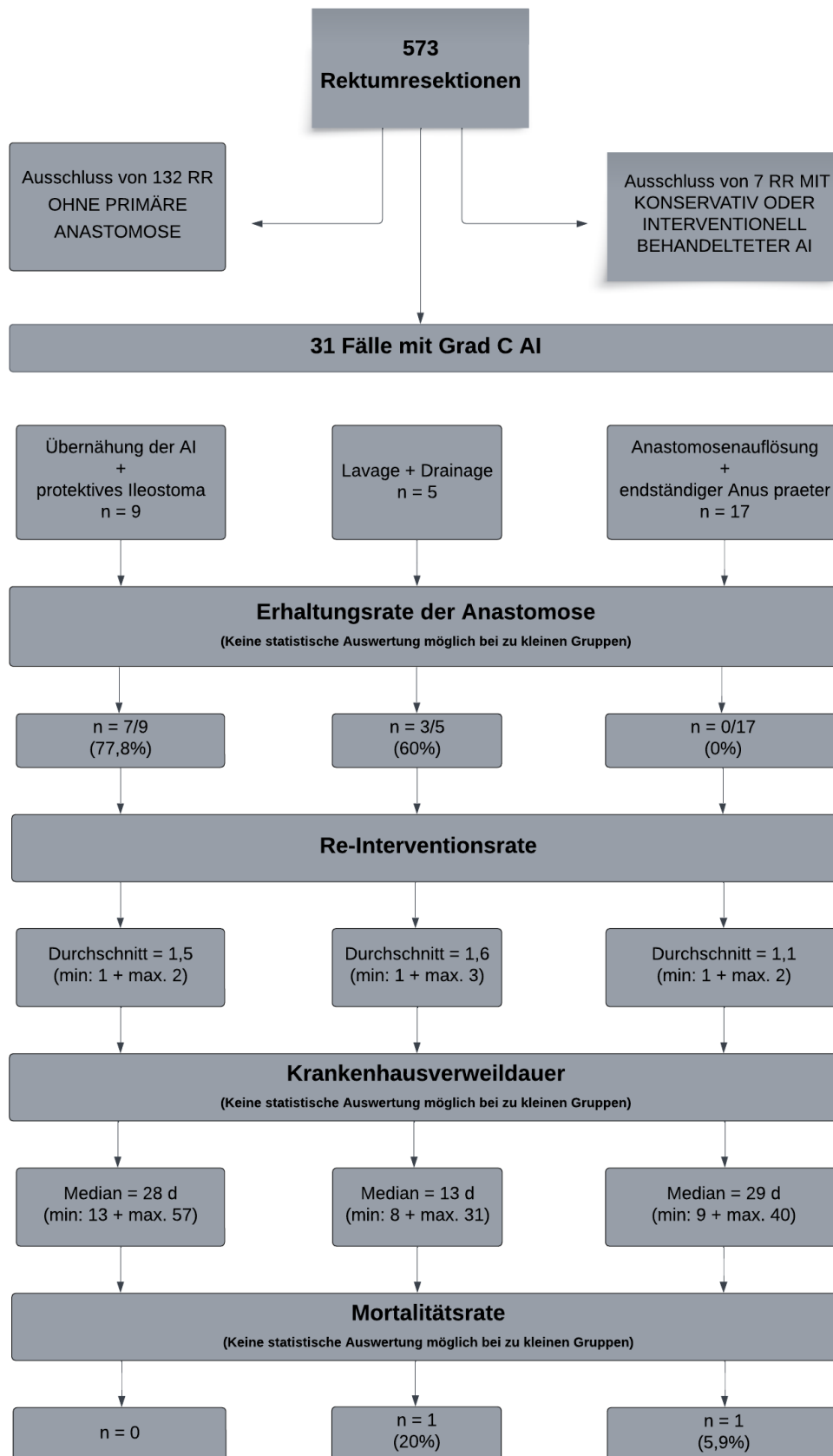


Abbildung 2: Spezifische Ergebnisse der Rektumresektionen [El Ahmar M, Koch F, Ristig M, Lehmann K, Ritz JP. Reconstruction, oversewing, or taking the anastomosis down - which surgical intervention is most potent in the treatment of anastomotic leaks following colorectal resections? *Langenbecks Arch Surg.* 2023 Jul 5;408(1):266. doi: 10.1007/s00423-023-02986-2. PMID: 37405509.]

4 Diskussion

4.1 Diskussion

Trotz des stetigen medizinischen Fortschritts bleibt die Anastomoseninsuffizienz nach kolorektalen Resektionen eine schwerwiegende Komplikation mit erhöhter Morbidität und Mortalität. Einige der Risikofaktoren, die zu einer AI führen sind bekannt und vermeidbar, andere wiederum zumindest vorhersehbar. Eine kritische intraoperative Beurteilung der Anastomose bleibt daher weiterhin fester Bestandteil jeder Operation, um zum Beispiel technische Fehler oder aber auch eine verringerte Gewebedurchblutung mit folglich Hypoxygenierung der Anastomose zu detektieren und noch intraoperativ entsprechend reagieren zu können [15 – 17]. Eine neue Meta-Analyse aus 66 Studien von Renna et al vom Mai 2023 aus dem British Journal of Surgery mit über 11 500 Patienten, bestätigte diesen Eindruck und das Potential der intraoperativen Darmperfusion zur Vermeidung von AI. Dabei führten sowohl die Verwendung von Indocyaningrün als auch die hyperspektrale Bildgebung zu einer reduzierten Inzidenz von AI nach kolorektalen Resektionen [26].

Tritt eine AI dennoch auf, so sind die therapeutischen Möglichkeiten heutzutage vielfältig und reichen von der alleinigen Drainage bis zur Re-Laparotomie mit Anastomosenauflösung und Lavageprogramm. Welche dieser Therapien letztlich angewandt wird, hängt nicht zuletzt von der hauseigenen Expertise und der Möglichkeit der intensivmedizinischen Betreuung ab. Zur Festlegung eines Behandlungskonzepts teilten Phitayakorn et al bereits in 2008, AI in Abhängigkeit der Lokalisation in intraperitoneale beziehungsweise extraperitoneale AI ein [27]. Dementsprechend unterscheiden sich die chirurgischen Interventionsmöglichkeiten. Mit Hinblick auf AI nach Kolonresektionen reichen die Therapiemöglichkeiten von der einfachen Übernähung der AI bis hin zur Neuanlage der Anastomose. AI, die auf Rektumresektionen folgen, haben hingegen zusätzlich zu den bereits beschriebenen operativen Therapiemöglichkeiten, weitere vielversprechende endoskopische Interventionsoptionen, die darauf abzielen die Kontinuität der Darmpassage zu erhalten [28 – 29].

Die verschiedenen Therapieoptionen von AI nach Kolon- und Rektumresektionen lassen daher keine einheitliche Analyse zu. Daher ist eine Differenzierung der beiden Gruppen

essentiell. Die Übernähung der AI mit Anlage eines protektiven Ileostomas (77,8 %) hatte im Vergleich zu der alleinigen Übernähung (37,5 %) oder auch der direkten Neuanlage der Anastomose (57,1 %) die höchste Anastomosenerhaltungsrate. Eine Studie von Fraccalvieri et al mit 93 Fällen aus dem Jahr 2011 bestätigt zum großen Teil unsere Ergebnisse. In Zeiten der präoperativen Konditionierung werden Patienten so vorbereitet, dass sie auf dem individuell höchsten Level ihres Allgemeinzustands sind [30]. Tritt eine AI dennoch auf, gibt es keine Rechtfertigung anzunehmen, dass eine neu angelegte Anastomose bei einem nun deutlich reduzierten Allgemeinzustand des Patienten suffizient heilen könnte. Dementsprechend überrascht die hohe Re-Interventionsrate der direkten Neuanlage der Anastomosen keinesfalls.

Im Falle der Rektumresektionen muss zwischen hohen und tiefen anterioren Rektumresektionen unterschieden werden. Ein Grund hierfür ist u.a., dass bei allen von uns untersuchten Patienten mit einer tiefen anterioren Rektumresektion gleichzeitig ein protektives Ileostoma angelegt wurde. Dies führte unweigerlich zu einer verspäteten Manifestation der AI. So lag in der hier beschriebenen Studie die maximale Dauer bis zur Manifestation einer AI nach tiefer anteriorer Rektumresektion mit protektivem Ileostoma bei 49 Tagen postoperativ. In diesen Fällen erwies sich die EndoVac Therapie als adäquate Therapieoption, welche maßgeblich für die Erhaltung der Anastomose und damit auch der Kontinuität der Darmpassage verantwortlich war. Jimenez – Rodriguez et al publizierten im Jahr 2018 ähnlich hohe Erfolgsraten der EndoVac Therapie [31].

Auch bei den hohen anterioren Rektumresektionen zeigten unsere Daten, dass die Übernähung der AI mit Anlage eines protektiven Ileostomas anderen Therapieoptionen überlegen war.

Trotz der gewonnenen Erkenntnisse aus unserer umfangreichen Datenerhebung zu den verschiedenen Therapieoptionen der AI nach kolorektalen Resektionen, bleibt eine intraoperative Evaluation aller vorliegenden Befunde mit anschließender Therapiewahl unerlässlich. Die intraoperative Evaluation muss dabei sowohl den Allgemeinzustand des Patienten, als auch das Ausmaß der AI beinhalten. Die bei einer Revisionsoperation gewählte Therapie beeinflusst unweigerlich die weitere Morbidität und Mortalität und somit die Kurz- und auch Langzeitprognose für den Patienten.

Schließt man alle hier genannten relevanten Aspekte für die Therapieentscheidung ein, so ist die Erhaltung der Kontinuität der Darmpassage in vielen Fällen nicht möglich. Die Auflösung der Anastomose mit Anlage eines endständigen Anus praeters bleibt weiterhin die sicherste Therapieoption, um die Krankenhausverweildauer zu verkürzen, Revisionsraten zu senken und Morbiditäts- und Mortalitätsraten zu verringern.

4.2 Limitationen der Arbeit

Eine kritische Beurteilung der retrospektiv erhobenen Daten ist aus verschiedenen Gründen unerlässlich. So war z.B. das Ausmaß einer AI in den Patientenakten nicht detailliert beschrieben. Auch waren keine Angaben zum Allgemeinzustand der Patienten weder zum Zeitpunkt der Detektion der AI noch intraoperativ den Patientenakten zu entnehmen. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass die Kontinuität der Darmpassage wahrscheinlich nur bei weitestgehend stabilen Patienten mit kleiner AI erhalten werden konnte. Zudem erfolgte die intraoperative Einschätzung der AI nicht immer durch denselben Operateur. Verschiedene Operateure werden das Ausmaß der AI unterschiedlich bewertet haben, sodass man auch von Ermessensentscheidungen hinsichtlich der Wahl der Therapie der AI ausgehen muss.

Des Weiteren wurden lediglich AI in die Studie eingeschlossen, die chirurgisch revidiert werden mussten. Das heißt, dass keine Daten zu den konservativ oder auch interventionell behandelten AI ausgewertet wurden. Die Frage wann und bei welchem Patientenklintel solch eine Therapie möglich wäre bzw. gewesen wäre, kann somit nicht beantwortet werden und daher auch nicht als evidenzbasierte Therapieoption in den Klinikalltag einfließen.

4.3 Klinische Anwendungen und weiterführende Fragen

Die Helios Kliniken Schwerin ist ein Krankenhaus der Maximalversorgung. Die Abteilung für Allgemein- und Viszeralchirurgie bietet dabei das gesamte Spektrum der Viszeralchirurgie, mit Ausnahme von Transplantationen an. Jährlich finden ca. 250 kolorektale Resektionen statt. Die Inzidenz einer AI blieb dabei in den letzten Jahren mit ca. 4,8% stabil. Aus den nun gewonnenen Ergebnissen können therapeutische Ansätze abgeleitet wer-

den. Die Erstellung einer standard operating procedure (SOP) etwa, von der Diagnose-sicherung einer AI bis hin zu den Therapieoptionen, könnte eine einheitliche und qualitativ hochwertige chirurgische Therapie ermöglichen.

Unsere gewonnenen Daten sprechen dafür, dass im Falle einer AI nach Kolonresektion lediglich die Übernähung der AI mit Anlage eines protektiven Ileostomas oder aber die Auflösung der Anastomose mit Anlage eines endständigen Stomas die aussichtsreichsten Therapieformen darstellen. Für Rektumresektionen haben sich sowohl die Übernähung der AI mit Anlage eines protektiven Ileostomas oder aber auch die EndoVac Therapie bewährt. Ist die Anastomose nicht mehr zu erhalten, so ist die Auflösung der Anastomose mit Anlage eines endständigen Stomas unausweichlich. In diesem Zusammenhang muss auch klar definiert werden, ab welchem Ausmaß einer AI die Anastomose nicht mehr erhaltungswürdig ist.

Daten, die zukünftig aus einer Therapie der AI auf Grundlage erhoben werden können, müssen sorgfältig dokumentiert und nach einer vorgegebenen Probezeit ausgewertet werden. Für die Zukunft bleibt schließlich abzuwarten, ob sich ein evidenzbasierter Behandlungsplans bzw. eine SOP in Bezug auf die Reduzierung der Re-Interventionsrate bewährt oder sich letztlich doch die individuelle Entscheidung des Operateurs durchsetzt.

5 Schlussfolgerungen

Die aktuelle Datenlage zur Therapie einer AI nach kolorektalen Resektionen ist insgesamt sehr limitiert. Die eigene Studie zeigt alle relevanten möglichen Therapieoptionen auf, die bei einer chirurgischen Therapie einer manifesten AI nach kolorektalen Resektionen in Frage kommen und schafft somit die Grundlage für eine evidenzbasierte Entscheidungsfindung.

Eine intraoperative Beurteilung der relevanten Aspekte, ausgehend vom Allgemeinzustand des Patienten bis hin zum Ausmaß der AI, bleibt weiterhin unerlässlich, um letztlich eine individuell an den Patienten angepasste Therapieoption zu wählen. Ist die AI erhaltungswürdig, zeigen unsere Daten, dass die Übernähung der AI mit Anlage eines protektiven Ileostomas die geringste Re-Interventionsrate aufweist, einhergehend mit einer verkürzten Krankenhausverweildauer und dementsprechend auch einer Verbesserung der Kurz- und Langzeitergebnisse des Patienten. Ist der Allgemeinzustand des Patienten jedoch bei Diagnose der AI bereits massiv verschlechtert, bleibt die sicherste Variante die Auflösung der Anastomose mit Anlage eines endständigen Stomas.

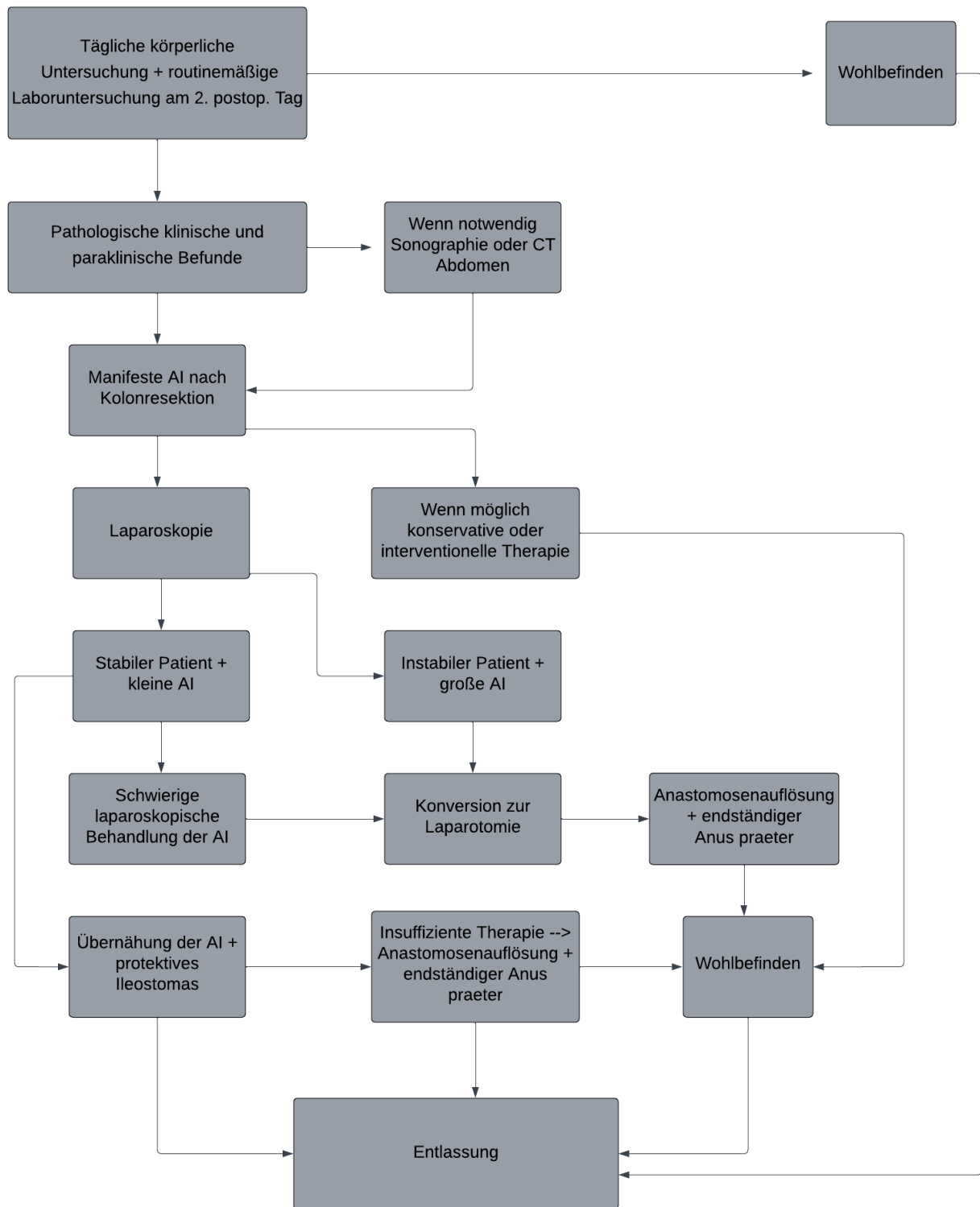


Abbildung 3: Algorithmus zur postoperativen Behandlung von Patienten nach erfolgter Kolonresektion mit primärer Anastomose [El Ahmar M, Koch F, Ristig M, Lehmann K, Ritz JP. Reconstruction, oversewing, or taking the anastomosis down - which surgical intervention is most potent in the treatment of anastomotic leaks following colorectal resections? Langenbecks Arch Surg. 2023 Jul 5;408(1):266. doi: 10.1007/s00423-023-02986-2. PMID: 37405509.]

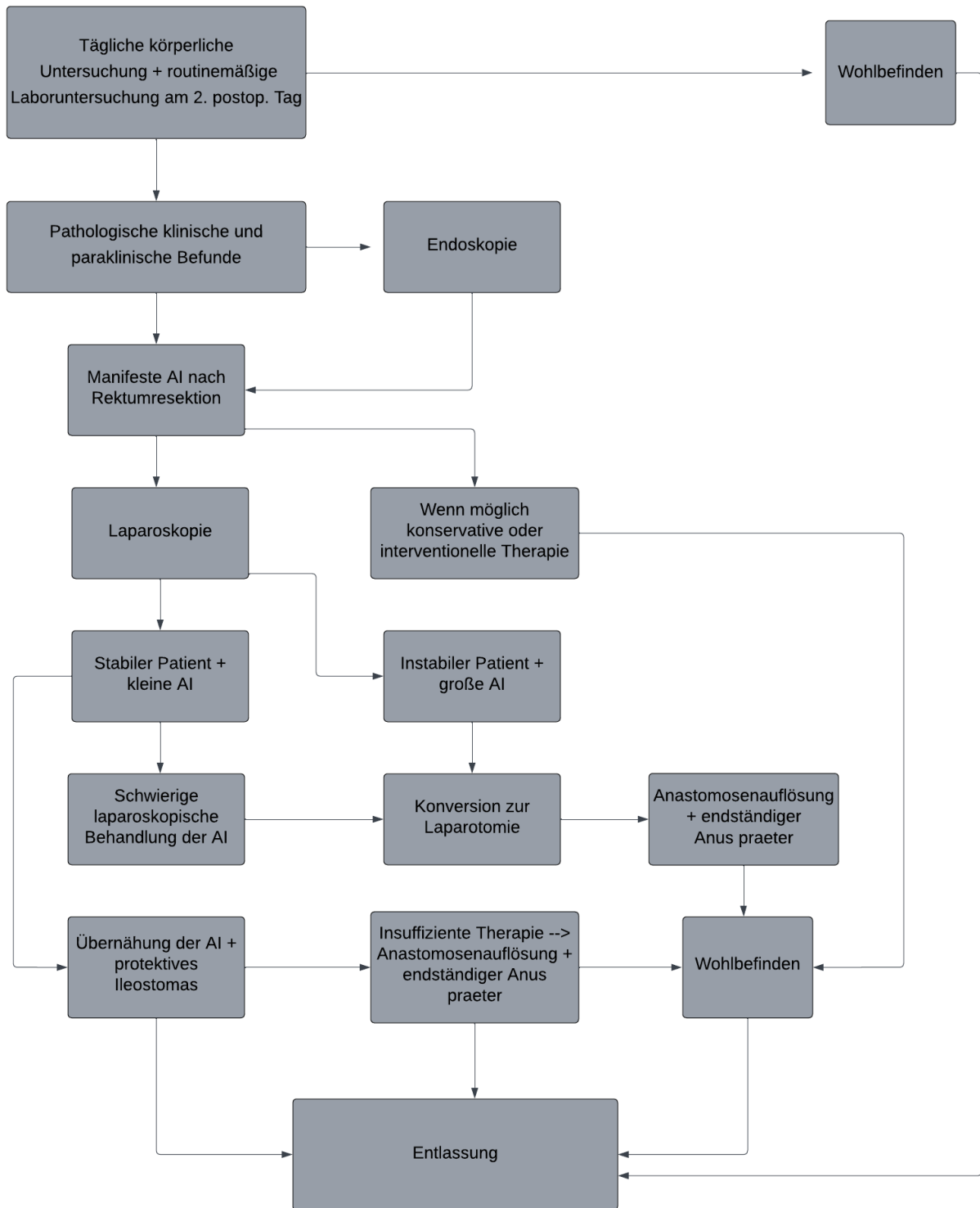


Abbildung 4: Algorithmus zur postoperativen Behandlung von Patienten nach erfolgter Kolonresektion mit primärer Anastomose [El-Ahmar M, Koch F, Ristig M, Lehmann K, Ritz JP. Reconstruction, oversewing, or taking the anastomosis down - which surgical intervention is most potent in the treatment of anastomotic leaks following colorectal resections? Langenbecks Arch Surg. 2023 Jul 5;408(1):266. doi: 10.1007/s00423-023-02986-2. PMID: 37405509.]

Literaturverzeichnis

1. Dulskas A, Kuliavas J, Sirvys A, Bausys A, Kryzauskas M, Bickaite K, Abeciunas V, Kaminskas T, Poskus T, Strupas K. Anastomotic Leak Impact on Long-Term Survival after Right Colectomy for Cancer: A Propensity-Score-Matched Analysis. *J Clin Med*. 2022 Jul 28;11(15):4375. doi: 10.3390/jcm11154375. PMID: 35955993; PMCID: PMC9369268.
2. Kryzauskas M, Bausys A, Degutyte AE, Abeciunas V, Poskus E, Bausys R, Dulskas A, Strupas K, Poskus T. Risk factors for anastomotic leakage and its impact on long-term survival in left-sided colorectal cancer surgery. *World J Surg Oncol*. 2020 Aug 14;18(1):205. doi: 10.1186/s12957-020-01968-8. PMID: 32795348; PMCID: PMC7427291.
3. Mirnezami A, Mirnezami R, Chandrakumaran K, Sasapu K, Sagar P, Finan P Increased local recurrence and reduced survival from colorectal cancer following anastomotic leak: systematic review and meta-analysis. *Ann Surg* 2011 253:890-899. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3182128929>.
4. Ha GW, Kim JH, Lee MR Oncologic impact of anastomotic leakage following colorectal cancer surgery: A systematic review and meta-analysis. *Ann Surg Oncol* 2017 24:3289-3299. <https://doi.org/10.1245/s10434-017-5881-8>.
5. Ramphal W, Boeding JRE, Gobardhan PD, Rutten HJT, de Winter LJMB, Crolla RMPH, Schreinemakers JMJ Oncologic outcome and recurrence rate following anastomotic leakage after curative resection for colorectal cancer. *Surg Oncol* 2018 27:730-736. <https://doi.org/10.1016/j.suronc.2018.10.003>.
6. Kim IY, Kim BR, Kim YW, The impact of anastomotic leakage on oncologic outcomes and the receipt and timing of adjuvant chemotherapy after colorectal cancer surgery. *Int J Surg* 2015 22:3-9. <https://doi.org/10.1016/j.ijisu.2015.08.017>.
7. Walker KG, Bell SW, Rickard MJ, Mehanna D, Dent OF, Chapuis PH, Bokey EL Anastomotic leakage is predictive of diminished survival after potentially curative resection

- for colorectal cancer. *Ann Surg* 2004 240:255-259. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000133186.81222.08>.
8. Nachiappan S, Askari A, Malietzis G, Giacometti M, White I, Jenkins JT, Kennedy RH, Faiz O, The impact of anastomotic leak and its treatment on cancer recurrence and survival following elective colorectal cancer resection. *World J Surg* 2015 39:1052-1058. <https://doi.org/10.1007/s00268-014-2887-2>.
 9. El-Ahmar M, Koch F, Köhler A, Moikow L, Ristig M, Ritz JP. Laparoscopic rectal resection without epidural catheters-does it work? *Int J Colorectal Dis*. 2022 Sep;37(9):2031-2040. doi: 10.1007/s00384-022-04242-3. Epub 2022 Aug 24. PMID: 36001167.
 10. El-Ahmar M, Peters F, Green M, Dietrich M, Ristig M, Moikow L, Ritz JP. Robotic colorectal resection in combination with a multimodal enhanced recovery program - results of the first 100 cases. *Int J Colorectal Dis*. 2023 Apr 13;38(1):95. doi: 10.1007/s00384-023-04380-2. PMID: 37055632.
 11. Jahresbericht Darm 2021 (Deutsche Krebsgesellschaft): Auditjahr 2020 / Kennzahlenjahr 2019, Qualitätsindikatoren Darmkrebs 2021 [abgerufen am: 25.06.2022]
 12. El-Ahmar M, Koch F, Ristig M, Lehmann K, Ritz JP. Reconstruction, oversewing, or taking the anastomosis down - which surgical intervention is most potent in the treatment of anastomotic leaks following colorectal resections? *Langenbecks Arch Surg*. 2023 Jul 5;408(1):266. doi: 10.1007/s00423-023-02986-2. PMID: 37405509.
 13. Gessler B, Eriksson O, Angenete E Diagnosis, treatment, and consequences of anastomotic leakage in colorectal surgery. *Int J Colorectal Dis* 2017 32:549-556. <https://doi.org/10.1007/s00384-016-2744-x>.
 14. Buhr HJ, Klinger C, Lehmann KS, Strahwald B, Rieger A. DGAV-Risikorechner für Eingriffe beim Kolon- und Rektumkarzinom. *Chirurg* 2019 90:287-292. <https://doi.org/10.1007/s00104-019-0936-y>.

- 15.** Impellizzeri HG, Pulvirenti A, Inama M, Bacchion M, Marrano E, Creciun M, Casaril A, Moretto G Near-infrared fluorescence angiography for colorectal surgery is associated with a reduction of anastomotic leak rate. *Updates Surg* 2020 72:991-998. <https://doi.org/10.1007/s13304-020-00758-x>.

- 16.** Degett TH, Andersen HS, Gögenur I Indocyanine green fluorescence angiography for intraoperative assessment of gastrointestinal anastomotic perfusion: a systematic review of clinical trials. *Langenbecks Arch Surg* 2016 401:767-75. <https://doi.org/10.1007/s00423-016-1400-9>.

- 17.** Jansen-Winkel B, Maktabi M, Takoh JP, Rabe SM, Barberio M, Köhler H, Neumuth T, Melzer A, Chalopin C, Gockel I Hyperspektral-Imaging bei gastrointestinalen Anastomosen [Hyperspectral imaging of gastrointestinal anastomoses]. *Chirurg* 2018 89:717-725. German. <https://doi.org/10.1007/s00104-018-0633-2>.

- 18.** Rink AD, Kienle P, Aigner F, Ulrich A. How to reduce anastomotic leakage in colorectal surgery—report from German expert meeting. *Langenbecks Arch Surg* 2020 405:223-232. <https://doi.org/10.1007/s00423-020-01864-5>.

- 19.** An V, Chandra R, Lawrence M Anastomotic failure in colorectal surgery: Where are we at? *Indian J Surg* 2018 80:163-170. <https://doi.org/10.1007/s12262-018-1745-0>.

- 20.** Burke LM, Bashir MR, Gardner CS, Parsee AA, Marin D, Vermess D, Bhattacharya SD, Thacker JK, Jaffe TA Image-guided percutaneous drainage vs. surgical repair of gastrointestinal anastomotic leaks: is there a difference in hospital course or hospitalization cost? *Abdom Imaging* 2015 40:1279-84. <https://doi.org/10.1007/s00261-014-0265-z>.

- 21.** Kühn F, Janisch F, Schwandner F, Gock M, Wedermann N, Witte M, Klar E, Schiffmann L Comparison between endoscopic vacuum therapy and conventional treatment for leakage after rectal resection. *World J Surg* 2020 44:1277-1282. <https://doi.org/10.1007/s00268-019-05349-5>.

22. Kühn F, Wirth U, Zimmermann J, Beger N, Hasenhütl SM, Drefs M, Heiliger C, Burian M, Werner J, Schiergens TS Endoscopic vacuum therapy for in- and outpatient treatment of colorectal defects. *Surg Endosc* 2021 35:6687-6695. <https://doi.org/10.1007/s00464-020-08172-5>.
23. Kühn F, Schardey J, Wirth U, Schiergens T, Crispin A, Beger N, Andrade D, Drefs M, Zimmermann P, Burian M, Andrassy J, Werner J Endoscopic vacuum therapy for the treatment of colorectal leaks - a systematic review and meta-analysis. *Int J Colorectal Dis* 2021 37:283-292. <https://doi.org/10.1007/s00384-021-04066-7>.
24. Kühn F, Hasenhütl SM, Hofmann FO, Wirth U, Drefs M, Werner J, Schiergens TS Endoscopic vacuum therapy for left-sided colorectal anastomotic leak without fecal diversion. *Dis Colon Rectum* 2021 65:421-428. <https://doi.org/10.1097/DCR.0000000000001959>.
25. Koch F, Green M, Dietrich M, Pontau F, Moikow L, Ulmer S, Dietrich N, Ritz JP. Achtzehn Monate als zertifiziertes ERAS®-Zentrum für kolorektale Resektionen : „Lessons learned“ und Ergebnisse der ersten 261 Patienten [First 18 months as certified ERAS® center for colorectal cancer : Lessons learned and results of the first 261 patients]. *Chirurgie (Heidelb)*. 2022 Jul;93(7):687-693. German. doi: 10.1007/s00104-021-01567-7. Epub 2022 Feb 8. PMID: 35137247.
26. Maxwell S Renna and others, Intraoperative bowel perfusion assessment methods and their effects on anastomotic leak rates: meta-analysis, *British Journal of Surgery*, 2023;, znad154, <https://doi.org/10.1093/bjs/znad154>
27. Phitayakorn R, Delaney CP, Reynolds HL, Champagne BJ, Heriot AG, Neary P, Senagore AJ; International Anastomotic Leak Study Group. Standardized algorithms for management of anastomotic leaks and related abdominal and pelvic abscesses after colorectal surgery. *World J Surg*. 2008 Jun;32(6):1147-56. doi: 10.1007/s00268-008-9468-1. PMID: 18283511.
28. Guel-Klein S, Biebl M, Knoll B, Dittrich L, Weiß S, Pratschke J, Aigner F Anastomotic leak after transanal total mesorectal excision: grading of severity and management

- aimed at preservation of the anastomosis. *Colorectal Dis* 2019 21:894-902. 10.1111/codi.14635.
- 29.** Chorti A, Stavrou G, Stelmach V, Tsaousi G, Michalopoulos A, Papavramidis TS, Kotzampassi K Endoscopic repair of anastomotic leakage after low anterior resection for rectal cancer: A systematic review. *Asian J Endosc Surg* 2020 13:141-146. 10.1111/ases.12733.
- 30.** Fracalvieri D, Biondo S, Saez J, Millan M, Kreisler E, Golda T, Frago R, Miguel B Management of colorectal anastomotic leakage: differences between salvage and anastomotic takedown. *Am J Surg* 2012 204:671-6. 10.1016/j.amjsurg.2010.04.022.
- 31.** Jimenez-Rodriguez RM, Araujo-Miguez A, Sobrino-Rodriguez S, Heller F, Díaz-Pavon JM, Bozada Garcia JM, De la Portilla F A New perspective on vacuum-assisted closure for the treatment of anastomotic leak following low anterior resection for rectal cancer, is it worthy? *Surg Innov* 2018 25:350-356. <https://doi.org/10.1177/1553350618771410>.

Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Mohamad El-Ahmar, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: [Therapie der Anastomoseninsuffizienz nach kolorektalen Resektionen – Welches operative Verfahren bietet das beste Outcome? Which surgical treatment of grade C anastomotic leaks following colorectal resections proves to be most potent] selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren/innen beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) werden von mir verantwortet.

Ich versichere ferner, dass ich die in Zusammenarbeit mit anderen Personen generierten Daten, Datenauswertungen und Schlussfolgerungen korrekt gekennzeichnet und meinen eigenen Beitrag sowie die Beiträge anderer Personen korrekt kenntlich gemacht habe (siehe Anteilserklärung). Texte oder Textteile, die gemeinsam mit anderen erstellt oder verwendet wurden, habe ich korrekt kenntlich gemacht.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem Erstbetreuer, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; www.icmje.org) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass ich mich zur Einhaltung der Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis verpflichte.

Weiterhin versichere ich, dass ich diese Dissertation weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits an einer anderen Fakultät eingereicht habe.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§§156, 161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

Unterschrift

Anteilserklärung an den erfolgten Publikationen

Mohamad El-Ahmar hatte folgenden Anteil an den folgenden Publikationen:

Publikation 1: M. El-Ahmar, F. Koch, M. Ristig, K. Lehmann, JP Ritz, Reconstruction, oversewing, or taking the anastomosis down – which surgical intervention is most potent in the treatment of anastomotic leaks following colorectal resections?, *Langenbeck's archives of surgery*, 2023

Beitrag im Einzelnen: Bei dieser Publikation habe ich den Großteil der Daten erfasst und gemeinsam mit dem Letztautor Zielparameter gesetzt. Das komplette Manuskript wurde von mir selbst verfasst und nach Anmerkungen des Letztautors die Korrekturen vorgenommen. Alle Tabellen und Abbildungen habe ich ebenfalls erstellt. Nach Verfassen des *cover letters* an den Editor in Chief der Fachzeitschrift „International Journal of Colorectal disease“ habe ich das Manuskript eingereicht. Anschließend habe ich die Verbesserungsvorschläge der Reviewer umgesetzt und die *Point by Point response* verfasst.

Publikation 2: M. El-Ahmar, F. Koch, A. Köhler, L. Moikow, M. Ristig, JP Ritz, Laparoscopic rectal resection without epidural catheters-does it work?, *International Journal of Colorectal disease*, 2022

Beitrag im Einzelnen: Bei dieser Publikation habe ich den Großteil der Daten erfasst und gemeinsam mit dem Letztautor Zielparameter gesetzt. Das komplette Manuskript wurde von mir selbst verfasst und nach Anmerkungen des Letztautors die Korrekturen vorgenommen. Alle Tabellen und Abbildungen habe ich ebenfalls erstellt. Nach Verfassen des *cover letters* an den Editor in Chief der Fachzeitschrift „International Journal of Colorectal disease“ habe ich das Manuskript eingereicht. Anschließend habe ich die Verbesserungsvorschläge der Reviewer umgesetzt und die *Point by Point response* verfasst.

Publikation 3: M. El-Ahmar, F. Peters, M. Green, M. Dietrich, M. Ristig, L. Moikow, JP Ritz, Robotic colorectal resection in combination with a multimodal enhanced recovery program – results of the first 100 cases, *International Journal of Colorectal disease*, 2023

Beitrag im Einzelnen: Beitrag im Einzelnen: Bei dieser Publikation habe ich den Großteil der Daten erfasst und gemeinsam mit dem Letztautor Zielparameter gesetzt. Das komplette Manuskript wurde von mir selbst verfasst und nach Anmerkungen des Letztautors die Korrekturen vorgenommen. Alle Tabellen und Abbildungen habe ich ebenfalls erstellt. Nach Verfassen des *cover letters* an den Editor in Chief der Fachzeitschrift „International Journal of Colorectal disease“ habe ich das Manuskript eingereicht. Anschließend habe ich die Verbesserungsvorschläge der Reviewer umgesetzt und die *Point by Point response* verfasst.

Unterschrift, Datum und Stempel des erstbetreuenden Hochschullehrers

Unterschrift des Doktoranden

Druckexemplar(e) der Publikation(en)

Publikation 1:

Reconstruction, oversewing, or taking the anastomosis down – which surgical intervention is most potent in the treatment of anastomotic leaks following colorectal resections?

M. El-Ahmar^{1,2}, F. Koch³, M. Ristig³, K. Lehmann⁴, J.P. Ritz³

¹Department of general and visceral surgery, Helios Kliniken Schwerin, Wismarsche Straße 393 - 397, 19055, Schwerin, Germany.

²Department of General and Visceral Surgery, Charité Universitätsmedizin Berlin Campus Benjamin Franklin, Hindenburgdamm 30, 12203, Berlin, Germany. Mohamad.El-Ahmar@helios-gesundheit.de.

³Department of general and visceral surgery, Helios Kliniken Schwerin, Wismarsche Straße 393 - 397, 19055, Schwerin, Germany.

⁴Department of General and Visceral Surgery, Charité Universitätsmedizin Berlin Campus Benjamin Franklin, Hindenburgdamm 30, 12203, Berlin, Germany.

Doktor medic Mohamad El-Ahmar
Department of general and visceral surgery
Helios Kliniken Schwerin
Wismarsche Straße 393– 397
19055 Schwerin, Germany

Mohamad.El-Ahmar@helios-gesundheit.de

ORCID: 0000-0001-7355-4125

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00423-023-02986-2>

Publikation 2:**Laparoscopic rectal resection without epidural catheters - does it work?**

M. El-Ahmar^{1,2}, F. Koch¹, A. Köhler¹, L. Moikow³, M. Ristig¹, J.-P. Ritz¹

Affiliations

¹Affiliation: Department of general and visceral surgery, Helios Kliniken Schwerin, 19055 Schwerin, Germany

²Department of General and Visceral Surgery, Charité Universitätsmedizin Berlin Campus Benjamin Franklin, Hindenburgdamm 30, 12203, Berlin, Germany. Mohamad.El-Ahmar@helios-gesundheit.de.

³Department of Anesthesiology, Helios Kliniken Schwerin, Wismarsche Straße 393 - 397, 19055, Schwerin, Germany.

Corresponding author

Doktor medic Mohamad El-Ahmar

Department of general and visceral surgery

Helios Kliniken Schwerin

Wismarsche Straße 393 – 397

19055 Schwerin, Deutschland

Tel: 0385 520 5339

E-mail: Mohamad.El-Ahmar@helios-gesundheit.de

ORCID: 0000-0001-7355-4125

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00384-022-04242-3>

Publikation 3:**Robotic colorectal resection in combination with a multimodal enhanced recovery program - Results of the first 100 cases**

M. El-Ahmar^{1,2}, F. Peters¹, M. Green¹, M. Dietrich¹, M. Ristig¹, L. Moikow³, J.-P. Ritz¹

Affiliations

¹Affiliation: Department of general and visceral surgery, Helios Kliniken Schwerin, 19055 Schwerin, Germany

²Department of General and Visceral Surgery, Charité Universitätsmedizin Berlin Campus Benjamin Franklin, Hindenburgdamm 30, 12203, Berlin, Germany. Mohamad.El-Ahmar@helios-gesundheit.de.

³Department of Anesthesiology, Helios Kliniken Schwerin, Wismarsche Straße 393 - 397, 19055, Schwerin, Germany.

Corresponding author

Doktor medic Mohamad El-Ahmar

Department of general and visceral surgery

Helios Kliniken Schwerin

Wismarsche Straße 393 – 397

19055 Schwerin, Deutschland

Tel: 0385 520 5339

E-mail: Mohamad.El-Ahmar@helios-gesundheit.de

ORCID: 0000-0001-7355-4125

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00384-023-04380-2>

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Komplette Publikationsliste

1. Vom Ösophaguskarzinom zum Hirninfarkt
M. El-Ahmar; F. Koch; D. Gabrielian und J.-P. Ritz
Der Chirurg **92**, 264 – 268 (2021)
Impact Factor: 0,9
2. Grund- und Regelversorger als unabdingbares Bindeglied zur erfolgreichen Medizin
M. El-Ahmar; N. Raab; T. Sinow; R. Schneider und J.-P. Ritz
Ärzteblatt Mecklenburg-Vorpommern **02**, 63 – 64 (2021)
Kein Impact Factor
3. Laparoscopic rectal resections without epidural catheters – does it work?
M. El-Ahmar; F. Koch; A. Köhler; M. Ristig und J.-P. Ritz
Int J Colorect Dis **37**, 2031–2040 (2022)
Impact Factor: 2,8
4. Robotic colorectal resection in combination with a multimodal enhanced recovery program - Results of the first 100 cases
M. El-Ahmar; F. Koch; M. Green; M. Dietrich; M. Ristig und J.-P. Ritz
Int J Colorectal Dis. 2023 Apr 13;38(1)
Impact Factor: 2,8
5. Reconstruction, oversewing or taking the anastomosis down – which surgical intervention is most potent in the treatment of anastomotic leaks following colorectal resections?
M. El-Ahmar; F. Koch; M. Ristig und J.-P. Ritz
Langenbecks Arch Surg. 2023 Jul 5;408(1):266
Impact Factor: 2,3
6. Synergetische Effekte von ERAS und Robotik in der kolorektalen Chirurgie
M. El-Ahmar; F. Peters; M. Green; M. Dietrich; S. Ulmer; J.-P. Ritz
Coloproctology | Ausgabe 06/2023
Impact Factor: 0,4

Danksagung

To my parents, Ali and Nawal El-Ahmar. I could not have taken a single step without you being on my side. Everything I know, everything I accomplished is because of you.

To my father Ali. I wish to be one day as respectful and wise as you have always shown me. To my mother Nawal. I can not put in words how much your endless love and patience influences me. If I could ever be half the father, the way you are a mother to me, I will be happy. Both of you are vital for my life and you mean the world to me. Thank you.

To my brother Abbas. Live and learn. Life is a lesson and you are my teacher. You are the best there is, the best there was and the best there ever will be.

To my sister Nessrine. You will always be my best friend. To me you are gorgeous and beautifully perfect.

To my brother Yahia. Never have I and never will I love someone more than you. Remember, it's you and me against the world.

To my Aunt Elisa Minna Rehberg. You are my hero and I will never forget how much you loved us.

To Prof. Dr. med. Jörg-Peter Ritz. Nothing could have been possible without you. I will never forget the day you gave me the chance and opportunity to learn from you. Thank you very much for everything.

To my dear friend Bayar Mazul. Never will I ever forget how much you taught me about surgery. You are not just my best friend but a brother to me indeed.

To Dr. med. Franziska Peters. Thank you for always keeping an eye on me and being more than just a friend to me from the very first day. I love you dearly. You are my sister.