

Der mechanische Ileus

Retrospektiver Vergleich der Morbidität und Mortalität zwischen geriatrischen und nicht-geriatrischen Patienten

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

der Hohen Medizinischen Fakultät

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität

Bonn

Christian Josef Joachim Paul

aus Köln

2024

Angefertigt mit der Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1. Gutachter: Prof. Dr. med. Tim Oliver Vilz
2. Gutachter: Prof. Dr. med. Jörg Ellinger

Tag der Mündlichen Prüfung: 1. Februar 2024

Aus der Klinik und Poliklinik für Allgemein-, Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie

Direktor: Prof. Dr. med. Jörg C. Kalff

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	4
1. Deutsche Zusammenfassung	5
1.1 Einleitung	5
1.2 Material und Methoden	7
1.3 Ergebnisse	8
1.4 Diskussion	10
1.5 Zusammenfassung	14
1.6 Literaturverzeichnis der deutschen Zusammenfassung	16
2. Veröffentlichung	24
Abstract	24
Introduction	24
Materials and Methods	25
Results	25
Discussion	27
Conclusion	29
References	30
3. Danksagung	32

1. Deutsche Zusammenfassung

1.1 Einleitung

Bei der im Folgenden zusammengefassten Publikation handelt es sich um eine retrospektive, altersabhängige Analyse der Mortalität und Morbidität von Patienten, die aufgrund eines mechanischen Ileus operativ versorgt wurden.

Beim mechanischen Ileus kommt es aufgrund eines mechanischen Hindernisses, entweder durch externe Kompression, Veränderungen der Darmwand oder durch eine Blockade des Darmlumens zur Unterbrechung der Nahrungspassage und einer konsekutiven proximalen Akkumulation von Nahrungsbestandteilen, was aufgrund der Anstauung von Gasen und Flüssigkeiten zu einem erhöhten intraluminalen Druck führt. Außerdem kann es zu Störungen der Mikrozirkulation der Darmwand und zum Einreißen der Darmschleimhaut kommen, was in der Folge zu Flüssigkeitsverschiebungen mit Hypovolämie und Durchwanderungsperitonitis führen kann (Vilz et al., 2017). Klinisch präsentiert sich ein Ileus mit Bauchschmerzen, Übelkeit und Erbrechen, akutem Krankheitsgefühl und Zeichen von Dehydratation und Sepsis wie Fieber, Tachykardie, niedrigem Hautturgor und Hypotonie (Rami Reddy und Cappell, 2017; Vilz et al., 2017). Bei der Anamneseerhebung ist es insbesondere wichtig, nach abdominellen Operationen in der Vorgeschichte, malignen Erkrankungen, chronisch entzündlichen Darmerkrankungen und rezidivierenden Divertikulitiden zu fragen (Jackson und Vigiola Cruz, 2018; Vilz et al., 2017). Bei der körperlichen Untersuchung sollte insbesondere auf Peritonitiszeichen als Hinweis auf eine Ischämie oder Strangulation geachtet werden. Zudem sollte der Patient auf äußerlich sichtbare oder tastbare Hernien untersucht werden (Broek et al., 2018). Bei der weiteren Diagnostik stellt eine kontrastmittelgestützte abdominelle Computertomographie den Goldstandard dar (Branco et al., 2010), welche zur Evaluation einer gegebenenfalls notwendigen Notfalloperation schnell durchgeführt werden sollte (Millet et al., 2017; Reginelli et al., 2014; Zins et al., 2020). Alternativ spielt in einigen neueren Studien die Ultraschalldiagnostik eine immer größer werdende Rolle, welche bei erfahrenem Anwender bei Patienten mit akuten Bauchschmer-

zen in der Diagnostik eines Dünndarmileus eine Sensitivität von annähernd 92 % aufweist (Rosano et al., 2021; Tamburrini et al., 2019).

Initial sollte zur Behandlung des mechanischen Ileus ein wahrscheinlich vorhandenes Volumendefizit mittels Volumensubstitution therapiert und zudem der Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalt ausgeglichen werden. Außerdem empfiehlt sich die Anlage einer Magensonde zur Entlastung des gastrointestinalen Drucks (Broek et al., 2018; Vilz et al., 2017).

In den letzten Jahren unterzog sich das Behandlungsregime des mechanischen Ileus einem Wandel. Während frühere Studien zu dem Schluss kommen, dass ein mechanischer Ileus als absolute Notfalloperation innerhalb von 24 Stunden operativ behandelt werden sollte (Bickell et al., 2005; Fevang et al., 2000; Leung und Vu, 2012; Ong et al., 2015), zeigen neuere Studien, dass beim Fehlen absoluter operativer Notfallindikationen wie Strangulation oder Ischämie ein Zeitintervall von drei bis fünf Tagen konservativer Behandlung vor einer Operation gerechtfertigt ist (Bauer et al., 2015; Bower et al., 2018; Broek et al., 2018; Jackson und Vigiola Cruz, 2018; Maung et al., 2012; Vilz et al., 2017). Nichtsdestotrotz ist der mechanische Ileus ein schweres Krankheitsbild, welches mit einer Mortalität von 10 - 30 % vergesellschaftet (Cappell und Batke, 2008; Fung et al., 2020; Peacock et al., 2018; Rami Reddy und Cappell, 2017) und Ursache für 20 - 50 % der notfallmäßig durchgeführten Operationen ist (Millet et al., 2014; Nielsen et al., 2017; Tong et al., 2020). Einige Studien arbeiteten zudem heraus, dass die Mortalität nach drei Tagen konservativen Procederes vor einer Operation ansteigt (Keenan et al., 2014; Loftus et al., 2015; Long et al., 2019; Schraufnagel et al., 2013; Teixeira et al., 2013).

Es gibt wenige Studien, die sich explizit mit dem Zusammenhang zwischen Alter des Patienten und der Zeit von Symptombeginn bis zur Operation und dessen Auswirkungen auf Morbidität und Mortalität befassen. In der vorliegenden Literatur finden sich hierzu widersprüchliche Ergebnisse. Während van Beekum et al. (2020) eine verkürzte Triage-Schnitt-Zeit bei jüngeren Patienten zeigen, weisen Krause und Webb (2015) keinen Unterschied zwischen verschiedenen Altersgruppen nach. In der Literatur finden sich darüber hinaus bislang keine Studien, welche sich über den Vergleich von

geriatrischen mit nicht-geriatrischen Patienten hinausgehend explizit mit den besonderen Charakteristika innerhalb der Gruppe der geriatrischen Patienten und deren Auswirkung auf Morbidität und Mortalität befassen.

Als eines der häufigsten Krankheitsbilder, welches eine notfallmäßige Operation zur Folge hat, ist der mechanische Ileus allein in Nordamerika jährlich für über 300.000 Krankenhausaufnahmen (Loftus et al., 2015; Rami Reddy und Cappell, 2017) verantwortlich, was zu hohen Kosten im Gesundheitswesen führt (Long et al., 2019). Gerade im Hinblick auf eine auch in Deutschland alternde Bevölkerung ist es somit von immenser Bedeutung, bei einem derart häufigen Krankheitsbild die Gruppe der geriatrischen Patienten und deren spezifische Besonderheiten zu analysieren (Herbermann und Miranda, 2012; Kanasi et al., 2016; Costantino et al., 2016).

Das Ziel der angefügten Studie war es, eine altersabhängige Analyse von Patienten mit operativ versorgtem mechanischen Ileus durchzuführen. Die Hauptfragestellung der Arbeit war ein Vergleich der Mortalität zwischen geriatrischen und nicht-geriatrischen Patienten mit operativ versorgtem mechanischen Ileus. Darüber hinaus wurde die Morbidität der beiden Kohorten in Hinblick auf die Liegezeit, die postoperative Komplikationsrate nach Clavien-Dindo (Dindo et al., 2004) und die Notwendigkeit einer Stomaanlage, Darmresektion oder Re-Operation untersucht. Als prädiktive Faktoren wurden neben dem Alter die Vorerkrankungen der Patienten, die Lokalisation und Ätiologie des Ileus sowie die Triage-Schnitt-Zeit in die Analyse mit einbezogen. Abschließend wurde eine weiterführende Analyse der geriatrischen Kohorte durchgeführt, um potenzielle Ziele für eine Reduktion der Komplikationsrate sowie der Morbidität und der Mortalität herauszuarbeiten.

1.2 Material und Methoden

Es erfolgte die retrospektive Untersuchung aller Patienten, die im Zeitraum vom 01.01.2009 bis zum 31.10.2019 im Universitätsklinikum Bonn nach Vorstellung in der Notaufnahme aufgrund eines mechanischen Ileus operativ versorgt wurden. Die Patienten wurden hierbei in zwei Kohorten eingeteilt, in geriatrische (Alter mindestens 75

Jahre) und nicht-geriatrische (Alter 40 – 74 Jahre) Patienten.

Das Hauptziel der Arbeit lag darin, diese beiden Patientengruppen hinsichtlich ihrer Mortalität, unterteilt in Krankenhaus-Mortalität sowie 30-Tage-Mortalität, miteinander sowie mit aktuellen Daten aus der Literatur zu vergleichen. Des Weiteren wurden die Vorerkrankungen der Patienten, die Triage-Schnitt-Zeit und die Ätiologie des Ileus als prädiktive Faktoren sowie die Notwendigkeit einer Darmresektion oder Stomaanlage, die Liegezeit auf der Intensivstation, die Gesamtliegezeit im Krankenhaus, die Notwendigkeit einer Re-Operation sowie der postoperative Aufenthalt nach der Clavien- Dindo-Klassifikation (Dindo et al., 2004) als Outcome-Faktoren zwischen den beiden Kohorten und im Vergleich zur aktuellen Literatur analysiert. Im Anschluss erfolgte eine weitere Analyse der geriatrischen Patienten, um potenzielle Auswirkungen von prädiktiven Faktoren auf Outcome-Faktoren innerhalb dieser Gruppe zu untersuchen.

Zur Akquise der Daten wurden die Krankenakten der Patienten genutzt. Es wurden die Patienten herausgesucht, bei denen im Krankenhaus-Informationssystem des Universitätsklinikums Bonn ein mechanischer Ileus kodiert worden ist. Die Datenerhebung erfolgt mithilfe von Arztbriefen, Operationsberichten, anästhesiologischen Protokollen, Freitexteingaben sowie konsiliarischen Befundungen im Krankenhaus-Informationssystem. Patienten, bei denen ein konservatives Procedere ohne Operation zum Erfolg führte und / oder die nicht den entsprechenden Altersgruppen entsprachen, wurden nicht weiter analysiert. Die verbleibenden Patienten wurden in die weitere statistische Untersuchung inkludiert.

Zur statistischen Analyse wurde SPSS, Version 25 (IBM SPSS, Chicago, IL, USA) verwendet. Es erfolgte eine statistische Analyse mittels Chi-Quadrat- sowie Mann-Whitney-U-Tests, p-Werte kleiner als 0,05 wurden als statistisch signifikant gewertet. Die Ergebnisse werden als Median (~x) präsentiert.

1.3 Ergebnisse

Insgesamt konnten im untersuchten Zeitraum 349 Patienten identifiziert werden, die aufgrund eines mechanischen Ileus im Universitätsklinikum Bonn operativ versorgt

wurden. Von diesen Patienten waren 37 jünger als 40 Jahre und wurden somit nicht weiter analysiert. Es verblieben 312 Patienten für die weitere Analyse, von denen 224 zwischen 40 und 74 Jahren und 88 Patienten mindestens 75 Jahre alt waren.

Zuerst wurden zur Beantwortung der Hauptfragestellungen Daten zur Mortalität und Morbidität der verschiedenen Alterskohorten untersucht (siehe Table 1 der angehängten Publikation).

Es zeigte sich, dass sowohl die 30-Tage-, als auch die Gesamtmortalität bei den geriatrischen Patienten höher war als bei den nicht-geriatrischen Patienten. Außerdem waren bei den geriatrischen Patienten die postoperative Komplikationsrate nach Clavien-Dindo, die Liegezeit auf der Intensivstation und die Gesamtliegezeit länger. Bei der Analyse der Liegezeit wurden die Patienten, die während des Krankenhausaufenthaltes verstorben sind, exkludiert. Keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen zeigten sich beim Vergleich der Notwendigkeit einer Darmresektion oder Stomaanlage sowie bei der Notwendigkeit einer Re-Operation.

Bei der Analyse der Einweisungsmerkmale bei Patienten mit mechanischem Ileus zeigte sich, dass bei den geriatrischen Patienten insbesondere eine höhere Rate an kardialen, vaskulären, neurologischen und metabolischen Vorerkrankungen vorlag, was sich darin widerspiegelt, dass in dieser Gruppe deutlich häufiger ein ASA-Score von III vergeben wurde als bei den nicht-geriatrischen Patienten. Bei den nicht-geriatrischen Patienten lag eine höhere Rate an malignen Vorerkrankungen vor. Insgesamt zeigte sich in der nicht-geriatrischen Gruppe ein niedrigeres präoperatives Risiko (höhere Rate eines ASA-Scores von II), mit Ausnahme von ein paar wenigen kritisch kranken Patienten, die zu einer höheren Rate an ASA-IV-Klassifizierungen bei den nicht-geriatrischen Patienten führten.

Bei der Analyse der Triage-Schnitt-Zeit zeigte sich, dass bei geriatrischen Patienten mit mechanischem Dünndarmileus eine signifikant kürzere Zeit von Triage im Notfallzentrum bis zur Operation verging als bei den nicht-geriatrischen Patienten. Dieser Unterschied bestand nicht bei Patienten mit mechanischem Dickdarmileus.

Intraoperativ gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen in Bezug auf die Lokalisation des Ileus (siehe Table 3 der angehängten Publikation). In

beiden Gruppen zeigte sich eine deutlich höhere Anzahl an Dünndarmilei.

In beiden Gruppen waren Adhäsionen die Hauptursache des mechanischen Ileus, wobei bei den geriatrischen Patienten signifikant mehr Adhäsionen und Gallensteine als Ileusursachen vorlagen, während bei den nicht-geriatrischen Patienten entzündliche Ursachen führend waren.

Zusätzlich erfolgte eine tiefergehende Analyse der geriatrischen Patienten (n=88, siehe Table 4 der angehängten Publikation). Bei der Analyse der Liegezeit innerhalb dieser Gruppe wurden die 16 Patienten, die während des Krankenhausaufenthaltes verstorben waren, exkludiert, sodass für diese Analyse 72 Patienten verblieben.

Es stellte sich heraus, dass männliche Patienten eine längere Liegezeit auf der Intensivstation aufwiesen. Bei kardial vorerkrankten Patienten bestand eine längere Liegezeit auf der Intensivstation sowie eine längere Gesamtliegezeit. Patienten, die maligne vorerkrankt waren, zeigten eine höhere Rate an Stomaanlagen und Re-Operationen. Falls der Ileus durch Adhäsionen bedingt war, war die Rate an Stomaanlagen im Vergleich zu anderen Ileusursachen verringert. Wenn ein Malignom die Ursache des mechanischen Ileus war, bestand eine kürzere Liegezeit auf der Intensivstation sowie eine höhere Rate an Stomaanlagen. Geriatrische Patienten mit mechanischem Dickdarmileus wiesen im Vergleich zu Patienten mit Dünndarmileus eine höhere Rate an Darmresektionen und Stomaanlagen sowie eine höhere 30-Tage-Mortalität auf.

1.4 Diskussion

Die primäre Fragestellung der angefügten Publikation bestand im Vergleich der Mortalität zwischen den beiden verschiedenen Alterskohorten. Es zeigte sich, dass sowohl die 30-Tage-, als auch die Krankenhausmortalität bei den geriatrischen Patienten höher war als bei den nicht-geriatrischen. Dies deckt sich mit Daten von vergleichbaren Studien, die eine altersabhängige Analyse von Patienten mit mechanischem Ileus durchgeführt haben. So zeigte sich bei Krause und Webb (2015) eine Krankenhausmortalität von 0,0 % bei den nicht-geriatrischen und 9,1 % bei den geriatrischen Patienten, ähnlich wie bei van Beekum et al. (2020), die eine Krankenhausmortalität von

3,2 % bei den nicht-geriatrischen und 23,5 % bei den geriatrischen Patienten zeigten konnten. Hierbei ist es wichtig zu erwähnen, dass die Alterseinteilung der Patienten in den betrachteten Studien unterschiedlich war. In der hier zusammengefassten Studie wurde ein Grenzwert von 75 Jahren zur Einteilung der Kohorten gewählt, orientiert an einer Analyse von etwa 130.000 Patienten im „American College of Surgeons - National Surgical Quality Improvement Program (ACS-NSQIP)“, in der sich geriatrische Patienten ab 75 Jahren als Hochrisikopatienten bei gastrointestinalen Operationen herausgestellt hatten (Kurian et al., 2013). Krause und Webb (2015) zählten alle Patienten ab 65 Jahren zu den geriatrischen Patienten. Außerdem betrachteten sie lediglich Patienten, die an einem mechanischen Dünndarmileus litten. Van Beekum et al. (2020) bezogen auch Patienten mit mechanischem Dickdarmileus in die Analyse mit ein, setzten aber die Altersgrenze für geriatrische Patienten auf 80 Jahre.

In der aktuellen Literatur wird beim mechanischen Dünndarmileus eine 30-Tage-Mortalität von 5 - 30 % (Cappell und Batke, 2008; Fung et al., 2020; Jeppesen et al., 2016; Peacock et al., 2018; Rami Reddy und Cappell, 2017) und beim mechanischen Dickdarmileus eine Mortalität von 10 - 20 % (Cappell und Batke, 2008) beschrieben. Beim mechanischen Darmverschluss aufgrund einer malignen Ursache bewegt sich die Mortalität zwischen 6 - 32 % (Henry et al., 2012; Karakaş et al., 2019; Krouse, 2019; Santangelo et al., 2017). Die in dieser Studie beobachtete Krankenhausmortalität von 8,9 % bei den nicht-geriatrischen bzw. 18,2 % bei den geriatrischen Patienten liegt somit im Rahmen der Daten aus der aktuellen Literatur. Zusätzlich lässt sich ergänzen, dass das Risiko von notfallmäßig durchgeführten gastrointestinalen Operationen im Alter höher ist (Clarke et al., 2011; Ho et al., 2019) und dass das Alter selbst als Risikofaktor für eine höhere Mortalität bei solchen Operationen betrachtet werden kann (Bentrem et al., 2009; Bower et al., 2018; Cappell und Batke, 2008; Duron et al., 2008).

Darüber hinaus wurde die Morbidität der beiden Kohorten verglichen. In beiden Kohorten war die Rate von Darmresektionen und Stomaanlagen im Vergleich zu Daten aus der Literatur relativ hoch, was sich dadurch erklären könnte, dass in die Publikation auch Patienten mit mechanischem Dickdarmileus inkludiert wurden, während sich viele aktuelle Studien auf Patienten mit mechanischem Dünndarmileus beschränken. Da bei Patienten, die an einer malignen Ileus-Ursache leiden, die Resektion des betroffenen Darmareals die Therapie der Wahl darstellt (Bower et al., 2018; Krouse, 2019; Laval et

al., 2014; Pisano et al., 2018; Santangelo et al., 2017) und Malignität im Dickdarm wesentlich häufiger ist als im Dünndarm, müssen die vorliegenden Daten differenzierter bewertet werden.

Analog zu Daten aus der Literatur (van Beekum et al., 2020) zeigte die geriatrische Kohorte in der angefügten Publikation eine höhere Komplikationsrate nach Clavien-Dindo und eine längere Liegezeit.

Ein besonderes Augenmerk sollte bei der Analyse auf den Vergleich der Triage-Schnitt-Zeit zwischen den beiden Kohorten gelegt werden. Ursprünglich wurde erwartet, dass die geriatrischen Patienten eine längere Triage-Schnitt-Zeit als die nicht-geriatrischen Patienten aufweisen würden, da angenommen wurde, dass die geriatrischen Patienten unspezifischere Symptome zeigen und sich schwieriger mitteilen könnten als jüngere Patienten, was die Diagnosefindung erschweren und eine Operation verzögern könnte. Es fand sich jedoch zwischen den beiden Kohorten kein Unterschied in der Länge der Triage-Schnitt-Zeit; trotzdem bestanden eine höhere Morbidität und Mortalität bei den geriatrischen Patienten. Dies unterstützt die Daten aus der Literatur (Bentrem et al., 2009; Bower et al., 2018; Cappell und Batke, 2008; Duron et al., 2008), die ein höheres Alter allein als Risikofaktor für ein schlechteres Ergebnis zeigen. Außerdem legt es nahe, dass neben dem Alter der körperliche Gesamtzustand sowie vorliegende Komorbiditäten wichtiger für das Endergebnis sein könnten als die Betrachtung der Triage-Schnitt-Zeit. Die Triage-Schnitt-Zeit mag deshalb von untergeordneter Bedeutung sein, da erste therapeutische Maßnahmen wie eine Korrektur des Flüssigkeit- und Elektrolythaushaltes oder das Anlegen einer Magensonde (Broek et al., 2018) initiiert werden, sobald die Patienten in der Notaufnahme aufgenommen werden. Somit legen die hier vorgestellten Daten nahe, dass eine andere Zeitmessung, die in der Literatur bislang weniger klar untersucht wurde, entscheidender für das Outcome der Patienten sein könnte, nämlich die Zeit von Symptombeginn bis zum Eintreffen in der Notaufnahme. In diesem Zeitraum findet keine adäquate Therapie der Patienten statt, und je länger dieser Zeitraum dauert, desto schlechter dürfte der Zustand der Patienten bei Eintreffen in der Notaufnahme sein. Eine kurze Triage-Schnitt-Zeit könnte somit auch dafür sprechen, dass die Zeit von Auftreten der Symptome bis zur Vorstellung im Krankenhaus relativ lang war und aufgrund eines schlechten Zustandes bei Eintreffen in der Notaufnahme (ggf. bereits ischämische Darmareale) eine zügige Operation notwendig war,

was mit einer frühzeitig initiierten adäquaten Therapie gegebenenfalls noch vermeidbar gewesen wäre.

Es gibt Publikationen, die sich mit der Zeit von Symptombeginn bis zur Krankenhauseinweisung befassen (Budzyński et al., 2016; Fukuda et al., 2012; Markogiannakis et al., 2007), und die dafür sprechen, dass dieser Zeitraum bei älteren Patienten länger sein könnte als bei jüngeren (Laurell et al., 2006). Der Zeitraum von Symptombeginn bis zur Vorstellung in der Notaufnahme könnte somit wichtig für das Outcome der Patienten und damit interessant für zukünftige Forschung sein.

Abschließend erfolgte eine weiterführende Analyse der geriatrischen Kohorte (siehe Table 4 der angehängten Publikation), was aufgrund der in dieser Gruppe vorliegenden höheren Morbidität und Mortalität sowie der alternden Population (Kanasi et al., 2016) von besonderer Bedeutung ist.

Ältere Patienten leiden eher an kardialen Vorerkrankungen als jüngere (Kuznetsova, 2018; Nedkoff et al., 2019), und auch innerhalb der geriatrischen Kohorte zeigte sich, dass kardial vorerkrankte Patienten eine höhere Liegezeit auf der Intensivstation aufwiesen. Somit ist, wie auch von Krause und Webb (2015) gefordert, eine optimale präoperative Einstellung der kardialen Erkrankungen empfehlenswert.

Auch innerhalb der geriatrischen Kohorte zeigten die maligne vorerkrankten Patienten und die Patienten, bei denen ein Malignom die Ursache des mechanischen Ileus war, eine höhere Rate von Stomaanlagen, was darauf hindeutet, dass die hohe Rate an Stomaanlagen bei den betrachteten Patienten eher im Rahmen der onkologischen Therapie als im Rahmen einer zu spät durchgeführten Operation zu werten ist.

Innerhalb der Gruppe von geriatrischen Patienten wiesen Patienten mit mechanischem Dickdarmileus eine höhere 30-Tage-Mortalität auf, was unter anderem daran liegen könnte, dass ein mechanischer Dickdarmileus in 60 - 70 % der Fälle mit einem Malignom assoziiert ist (Cappell und Batke, 2008; Karakaş et al., 2019; Krstic et al., 2014; Laval et al., 2014; Santangelo et al., 2017; Vilz et al., 2017) und insofern eine anspruchsvollere Operation sowie einen schlechteren präoperativen Zustand aufgrund der malignen Erkrankung bedeuten könnte. Somit sind geriatrische Patienten mit mechanischem Dickdarmileus aufgrund der erhöhten Mortalität ein Patientenkollektiv

von besonderem Interesse und sollten bestenfalls bereits in der Notaufnahme als Risikopatienten identifiziert werden, um angesichts der erhöhten Mortalität unmittelbar eine adäquate Therapie gewährleisten zu können.

Schließlich ist es erwähnenswert, dass erstmals gezeigt werden konnte, dass bei geriatrischen Patienten, die mindestens 75 Jahre alt sind, eine initial beobachtende und supportive Strategie vor einer operativen Versorgung gerechtfertigt ist, da das Outcome der Patienten sich hierdurch nicht verschlechtert. Dieses scheint vielmehr vom körperlichen Grundzustand sowie dem Typ des mechanischen Ileus abhängig zu sein als von der Triage-Schnitt-Zeit.

Eine Limitation der Arbeit liegt darin, dass nur Patienten von dem Universitätsklinikum Bonn und somit von nur einer Institution für die Datenakquise herangezogen wurden. Des Weiteren war der retrospektive Charakter dieser Studie begrenzend. Die Zeit von Auftreten der Symptome bis zur Einweisung ins Krankenhaus konnte aus den vorliegenden Daten nicht analysiert werden. Dies stellt einen interessanten Ansatz für zukünftige, prospektive Studien dar.

1.5 Zusammenfassung

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine retrospektive Analyse von zwei Kohorten, die aufgrund eines mechanischen Ileus operativ versorgt wurden und die aufgrund des Alters in geriatrische Patienten (Alter ab 75 Jahren) und nicht-geriatrische Patienten (Alter 40 - 74 Jahre) eingeteilt wurden. Als eines der am häufigsten notfallmäßig operativ versorgten viszeralchirurgischen Krankheitsbilder ist der mechanische Ileus von großer Bedeutung. Vor dem Hintergrund einer alternden Bevölkerung sollte insbesondere ein Vergleich der Mortalität zwischen den beiden Gruppen erfolgen. Außerdem wurde die Morbidität in Abhängigkeit vom Alter analysiert und es erfolgte eine weiterführende Analyse der geriatrischen Patienten. Es wurden alle Patienten, die im Universitätsklinikum Bonn zwischen 2009 und 2019 aufgrund eines mechanischen Ileus operativ versorgt wurden und den entsprechenden Altersgruppen angehörten, in die Analyse mit einbezogen. Es konnten in diesem Zeitraum 224 nicht-geriatrische und

88 geriatrische Patienten ermittelt werden.

Bei Analyse der Daten stellte sich heraus, dass die geriatrischen Patienten sowohl eine höhere 30-Tage-, als auch eine höhere Krankenhausmortalität als die nicht-geriatrischen Patienten aufwiesen. Außerdem bestanden in der geriatrischen Gruppe eine höhere postoperative Komplikationsrate nach der Clavien-Dindo-Klassifikation und eine längere Liegezeit im Krankenhaus. Es zeigten sich keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen bei der Rate an Re-Operationen, Darmresektionen und Stomaanlagen. Die Triage-Schnitt-Zeit zwischen den beiden Gruppen unterschied sich lediglich bei Patienten, die an einem Dünndarmileus litten, und war hier bei den geriatrischen Patienten kürzer.

Die Analysen unterstützen Daten aus der Literatur, die das Alter als Risikofaktor bei notfallmäßig durchgeführten Operationen bei Patienten mit mechanischem Ileus werten. Insbesondere zeigen die Daten, dass auch bei geriatrischen Patienten mit einem Alter über 75 Jahren eine initial beobachtende und supportive Strategie vor einer operativen Versorgung gerechtfertigt ist, da das Outcome der Patienten eher abhängig von Vorerkrankungen, Alter und dem Typ des mechanischen Ileus zu sein scheint als von der Triage-Schnitt-Zeit. Die Zeit von Symptombeginn bis Einweisung ins Krankenhaus als Zeitperiode, in der keine adäquate Therapie erfolgt, könnte für Patienten mit mechanischem Ileus entscheidender sein als die Zeit von Triage bis Schnitt, in der bereits unterstützende therapeutische Maßnahmen erfolgt sind, und dürfte ein interessantes Untersuchungsziel für zukünftige, prospektive Studien sein.

Die weiterführende Analyse der geriatrischen Patienten zeigt, dass insbesondere kardial vorerkrankte Patienten präoperativ optimal eingestellt werden sollten, um längere Liegezeiten auf der Intensivstation und höhere Komplikationsraten zu verhindern. Geriatrische Patienten ab 75 Jahren, die an einem Dickdarmileus litten, wiesen eine erhöhte 30-Tage-Mortalität auf und sind somit eine Patientengruppe von besonderem Interesse. Es dürfte sinnvoll sein, diese Patienten bereits in der Notaufnahme als Hochrisikopatienten zu identifizieren, um schnellstmöglich eine adäquate Therapie zu gewährleisten.

1.6 Literaturverzeichnis der deutschen Zusammenfassung

Bauer J, Keeley B, Krieger B, Deliz J, Wallace K, Kruse D, Dallas K, Bornstein J, Chessin D, Gorfine S. Adhesive Small Bowel Obstruction: Early Operative versus Observational Management. *The American surgeon* 2015; 81: 614–620

Bentrem DJ, Cohen ME, Hynes DM, Ko CY, Bilimoria KY. Identification of specific quality improvement opportunities for the elderly undergoing gastrointestinal surgery. *Archives of surgery (Chicago, Ill.: 1960)* 2009; 144: 1013–1020

Bickell NA, Federman AD, Aufses AH. Influence of time on risk of bowel resection in complete small bowel obstruction. *Journal of the American College of Surgeons* 2005; 201: 847–854

Bower KL, Lollar DI, Williams SL, Adkins FC, Luyimbazi DT, Bower CE. Small Bowel Obstruction. *The Surgical clinics of North America* 2018; 98: 945–971

Branco BC, Barmparas G, Schnüriger B, Inaba K, Chan LS, Demetriades D. Systematic review and meta-analysis of the diagnostic and therapeutic role of water-soluble contrast agent in adhesive small bowel obstruction. *The British journal of surgery* 2010; 97: 470– 478

Broek RPG ten, Krielen P, Di Saverio S, Coccolini F, Biffi WL, Ansaloni L, Velmahos GC, Sartelli M, Fraga GP, Kelly MD, Moore FA, Peitzman AB, Leppaniemi A, Moore EE, Jeekel J, Kluger Y, Sugrue M, Balogh ZJ, Bendinelli C, Civil I, Coimbra R, Moya M de, Ferrada P, Inaba K, Ivatury R, Latifi R, Kashuk JL, Kirkpatrick AW, Maier R, Rizoli S, Sakakushev B, Scalea T, Søreide K, Weber D, Wani I, Abu-Zidan FM, De'Angelis N, Piscioneri F, Galante JM, Catena F, van Goor H. Bologna guidelines for diagnosis and management of adhesive small bowel obstruction (ASBO): 2017 update of the evidence-based guidelines from the world society of emergency surgery ASBO working group. *World journal of emergency surgery: WJES* 2018; 13: 24

Budzyński P, Pędziwiatr M, Kenig J, Lasek A, Winiarski M, Major P, Wałęga P, Natkaniec M, Rubinkiewicz M, Rogala J, Budzyński A. Gastrointestinal obstruction in patients previously treated for malignancies. *Polski przegląd chirurgiczny* 2016; 88: 93–98

Cappell MS, Batke M. Mechanical obstruction of the small bowel and colon. *The Medical clinics of North America* 2008; 92: 575-97, viii

Clarke A, Murdoch H, Thomas MJ, Cook TM, Peden CJ. Mortality and postoperative care after emergency laparotomy. *European journal of anaesthesiology* 2011; 28: 16–19

Costantino S, Paneni F, Cosentino F. Ageing, metabolism and cardiovascular disease. *The Journal of physiology* 2016; 594: 2061–2073

Dindo D, Demartines N, Clavien P-A. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Annals of surgery* 2004; 240: 205–213

Duron J-J, Du Montcel ST, Berger A, Muscari F, Hennet H, Veyrieres M, Hay JM. Prevalence and risk factors of mortality and morbidity after operation for adhesive postoperative small bowel obstruction. *Am J Surg* 2008; 195: 726–734

Fevang BT, Fevang J, Stangeland L, Soreide O, Svanes K, Viste A. Complications and death after surgical treatment of small bowel obstruction: A 35-year institutional experience. *Annals of surgery* 2000; 231: 529–537

Fukuda N, Wada J, Niki M, Sugiyama Y, Mushiake H. Factors predicting mortality in emergency abdominal surgery in the elderly. *World journal of emergency surgery: WJES* 2012; 7: 12

Fung BSC, Behman R, Nguyen M-A, Nathens AB, Look Hong NJ, Pechlivanoglou P,

Karanicolas PJ. Longer Trials of Non-operative Management for Adhesive Small Bowel Obstruction Are Associated with Increased Complications. *Journal of gastrointestinal surgery: official journal of the Society for Surgery of the Alimentary Tract* 2020; 24: 890–898

Henry JC, Pouly S, Sullivan R, Sharif S, Klemanski D, Abdel-Misih S, Arradaza N, Jarjoura D, Schmidt C, Bloomston M. A scoring system for the prognosis and treatment of malignant bowel obstruction. *Surgery* 2012; 152: 747-56; discussion 756-7

Herbermann JD, Miranda D. Defusing the demographic "time-bomb" in Germany. *Bulletin of the World Health Organization* 2012; 90: 6–7

Ho VP, Schiltz NK, Reimer AP, Madigan EA, Koroukian SM. High-Risk Comorbidity Combinations in Older Patients Undergoing Emergency General Surgery. *Journal of the American Geriatrics Society* 2019; 67: 503–510

Jackson P, Vigiola Cruz M. Intestinal Obstruction: Evaluation and Management. *American family physician* 2018; 98: 362–367

Jeppesen MH, Tolstrup M-B, Kehlet Watt S, Gögenur I. Risk factors affecting morbidity and mortality following emergency laparotomy for small bowel obstruction: A retrospective cohort study. *International journal of surgery (London, England)* 2016; 28: 63–68

Kanasi E, Ayilavarapu S, Jones J. The aging population: demographics and the biology of aging. *Periodontology 2000* 2016; 72: 13–18

Karakaş DÖ, Yeşiltaş M, Gökçek B, Eğin S, Hot S. Etiology, management, and survival of acute mechanical bowel obstruction: Five-year results of a training and research hospital in Turkey. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2019; 25: 268–280

Keenan JE, Turley RS, McCoy CC, Migaly J, Shapiro ML, Scarborough JE. Trials of nonoperative management exceeding 3 days are associated with increased morbidity

in patients undergoing surgery for uncomplicated adhesive small bowel obstruction. *The journal of trauma and acute care surgery* 2014; 76: 1367–1372

Krause WR, Webb TP. Geriatric small bowel obstruction: an analysis of treatment and outcomes compared with a younger cohort. *American journal of surgery* 2015; 209: 347– 351

Krouse RS. Malignant bowel obstruction. *Journal of surgical oncology* 2019; 120: 74–77

Krstic S, Resanovic V, Alempijevic T, Resanovic A, Sijacki A, Djukic V, Loncar Z, Kar-markovic A. Hartmann's procedure vs loop colostomy in the treatment of obstructive rectosigmoid cancer. *World journal of emergency surgery: WJES* 2014; 9: 52

Kurian AA, Wang L, Grunkemeier G, Bhayani NH, Swanström LL. Defining "the elderly" undergoing major gastrointestinal resections: receiver operating characteristic analysis of a large ACS-NSQIP cohort. *Annals of surgery* 2013; 258: 483–489

Kuznetsova T. Sex Differences in Epidemiology of Cardiac and Vascular Disease. *Advances in experimental medicine and biology* 2018; 1065: 61–70

Laurell H, Hansson L-E, Gunnarsson U. Acute abdominal pain among elderly patients. *Gerontology* 2006; 52: 339–344

Laval G, Marcelin-Benazech B, Guirimand F, Chauvenet L, Copel L, Durand A, Francois E, Gabolde M, Mariani P, Rebischung C, Servois V, Terrebonne E, Arvieux C. Recommendations for bowel obstruction with peritoneal carcinomatosis. *Journal of pain and symptom management* 2014; 48: 75–91

Leung AM, Vu H. Factors predicting need for and delay in surgery in small bowel obstruction. *The American surgeon* 2012; 78: 403–407

Loftus T, Moore F, VanZant E, Bala T, Brakenridge S, Croft C, Lottenberg L, Richards

W, Mozingo D, Atteberry L, Mohr A, Jordan J. A protocol for the management of adhesive small bowel obstruction. *The journal of trauma and acute care surgery* 2015; 78: 13-9; discussion 19-21

Long B, Robertson J, Koyfman A. Emergency Medicine Evaluation and Management of Small Bowel Obstruction: Evidence-Based Recommendations. *The Journal of emergency medicine* 2019; 56: 166–176

Markogiannakis H, Messaris E, Dardamanis D, Pararas N, Tzertzemelis D, Giannopoulos P, Larentzakis A, Lagoudianakis E, Manouras A, Bramis I. Acute mechanical bowel obstruction: clinical presentation, etiology, management and outcome. *World journal of gastroenterology* 2007; 13: 432–437

Maung AA, Johnson DC, Piper GL, Barbosa RR, Rowell SE, Bokhari F, Collins JN, Gordon JR, Ra JH, Kerwin AJ. Evaluation and management of small-bowel obstruction: an Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. *The journal of trauma and acute care surgery* 2012; 73: S362-9

Millet I, Ruyer A, Alili C, Curros Doyon F, Molinari N, Pages E, Zins M, Taourel P. Adhesive small-bowel obstruction: value of CT in identifying findings associated with the effectiveness of nonsurgical treatment. *Radiology* 2014; 273: 425–432

Millet I, Sebbane M, Molinari N, Pages-Bouic E, Curros-Doyon F, Riou B, Taourel P. Systematic unenhanced CT for acute abdominal symptoms in the elderly patients improves both emergency department diagnosis and prompt clinical management. *European radiology* 2017; 27: 868–877

Nedkoff L, Goldacre R, Greenland M, Goldacre MJ, Lopez D, Hall N, Knuiman M, Hobbs M, Sanfilippo FM, Wright FL. Comparative trends in coronary heart disease subgroup hospitalisation rates in England and Australia. *Heart (British Cardiac Society)* 2019; 105: 1343–1350

Nielsen LBJ, Tengberg LT, Bay-Nielsen M. Laparoscopy in major abdominal emergency surgery seems to be a safe procedure. *Danish medical journal* 2017; 64

Ong M, Guang TY, Yang TK. Impact of surgical delay on outcomes in elderly patients undergoing emergency surgery: A single center experience. *World journal of gastrointestinal surgery* 2015; 7: 208–213

Peacock O, Bassett MG, Kuryba A, Walker K, Davies E, Anderson I, Vohra RS. Thirty-day mortality in patients undergoing laparotomy for small bowel obstruction. *The British journal of surgery* 2018; 105: 1006–1013

Pisano M, Zorcolo L, Merli C, Cimbanassi S, Poiasina E, Ceresoli M, Agresta F, Allievi N, Bellanova G, Coccolini F, Coy C, Fugazzola P, Martinez CA, Montori G, Paolillo C, Penachim TJ, Pereira B, Reis T, Restivo A, Rezende-Neto J, Sartelli M, Valentino M, Abu-Zidan FM, Ashkenazi I, Bala M, Chiara O, Angelis N de', Deidda S, Simone B de, Di Saverio S, Finotti E, Kenji I, Moore E, Wexner S, Biffi W, Coimbra R, Guttadauro A, Leppäniemi A, Maier R, Magnone S, Mefire AC, Peitzmann A, Sakakushev B, Sugrue M, Viale P, Weber D, Kashuk J, Fraga GP, Kluger I, Catena F, Ansaloni L. 2017 WSES guidelines on colon and rectal cancer emergencies: obstruction and perforation. *World journal of emergency surgery: WJES* 2018; 13: 36

Rami Reddy SR, Cappell MS. A Systematic Review of the Clinical Presentation, Diagnosis, and Treatment of Small Bowel Obstruction. *Current gastroenterology reports* 2017; 19: 28

Reginelli A, Russo A, Pinto A, Stanzione F, Martiniello C, Cappabianca S, Brunese L, Squillaci E. The role of computed tomography in the preoperative assessment of gastrointestinal causes of acute abdomen in elderly patients. *International journal of surgery (London, England)* 2014; 12 Suppl 2: S181-S186

Rosano N, Gallo L, Mercogliano G, Quassone P, Picascia O, Catalano M, Pesce A, Fiorini V, Pelella I, Vespere G, Romano M, Tammaro P, Marra E, Oliva G, Lugarà M,

Scuderi M, Tamburrini S, Marano I. Ultrasound of Small Bowel Obstruction: A Pictorial Review. *Diagnostics (Basel, Switzerland)* 2021; 11

Santangelo ML, Grifasi C, Criscitiello C, Giuliano M, Calogero A, Dodaro C, Incollingo P, Rupealta N, Candida M, Chiacchio G, Riccio E, Pisani A, Tammaro V, Carlomagno N. Bowel obstruction and peritoneal carcinomatosis in the elderly. A systematic review. *Aging clinical and experimental research* 2017; 29: 73–78

Schraufnagel D, Rajaei S, Millham FH. How many sunsets? Timing of surgery in adhesive small bowel obstruction: a study of the Nationwide Inpatient Sample. *The journal of trauma and acute care surgery* 2013; 74: 181-7; discussion 187-9

Tamburrini S, Lugarà M, Iaselli F, Saturnino PP, Liguori C, Carbone R, Vecchione D, Abete R, Tammaro, Pasquale, Marano, Ines. Diagnostic Accuracy of Ultrasound in the Diagnosis of Small Bowel Obstruction. *Diagnostics (Basel, Switzerland)* 2019; 9

Teixeira PG, Karamanos E, Talving P, Inaba K, Lam L, Demetriades D. Early operation is associated with a survival benefit for patients with adhesive bowel obstruction. *Annals of surgery* 2013; 258: 459–465

Tong JWV, Lingam P, Shelat VG. Adhesive small bowel obstruction - an update. *Acute medicine & surgery* 2020; 7: e587

van Beekum CJ, Stoffels B, Websky M von, Dohmen J, Paul CJJ, Kalff JC, Vilz TO. Der mechanische Ileus bei geriatrischen Patienten : Ätiologie und perioperative Morbidität/Mortalität im Vergleich zu einer jüngeren Patientenkohorte. *Medizinische Klinik, Intensivmedizin und Notfallmedizin* 2020; 115: 22–28

Vilz TO, Stoffels B, Strassburg C, Schild HH, Kalff JC. Ileus in Adults. *Deutsches Arzteblatt international* 2017; 114: 508–518

Zins M, Millet I, Taourel P. Adhesive Small Bowel Obstruction: Predictive Radiology to

Improve Patient Management. *Radiology* 2020; 296: 480–492

2. Veröffentlichung

<https://doi.org/10.1007/s00384-022-04152-4>

ORIGINAL ARTICLE



Surgical treatment of mechanical bowel obstruction: characteristics and outcomes of geriatric patients compared to a younger cohort

Christian J. J. Paul¹ · Jonas Dohmen¹ · Cornelius J. van Beekum¹ · Maria A. Willis¹ · Lara Braun¹ · Jörg C. Kalff¹ · Arnulf G. Willms² · Tim O. Vilz¹

Accepted: 17 April 2022 / Published online: 5 May 2022
© The Author(s) 2022

Abstract

Purpose Mechanical bowel obstruction (MBO) is one of the most common indications for emergency surgery. Recent research justifies the method of attempting 3–5 days of nonoperative treatment before surgery. However, little is known about specific characteristics of geriatric patients undergoing surgery compared to a younger cohort. We aimed to analyze patients with MBO that required surgery, depending on their age, to identify potential targets for use in the reduction in complications and mortality in the elderly.

Methods Thirty-day and in-hospital mortality were determined as primary outcome. We retrospectively identified all patients who underwent surgery for MBO at the University Hospital of Bonn between 2009 and 2019 and divided them into non-geriatric (40–74 years, $n = 224$) and geriatric (≥ 75 years, $n = 88$) patients, using the chi-squared-test and Mann–Whitney U test for statistical analysis.

Results We found that geriatric patients had higher 30-day and in-hospital mortality rates than non-geriatric patients. As secondary outcome, we found that they experienced a longer length of stay (LOS) and higher complication rates than non-geriatric patients. Geriatric patients who suffered from large bowel obstruction (LBO) had a higher rate of bowel resection, stoma creation, and a higher 30-day mortality rate. The time from admission to surgery was not shown to be crucial for the outcome of (geriatric) patients.

Conclusion Geriatric patients suffering from mechanical bowel obstruction that had to undergo surgery had higher mortality and morbidity than non-geriatric patients. Especially in regard to geriatric patients, clinicians should treat patients in a risk-adapted rather than time-adapted manner, and conditions should be optimized before surgery.

Keywords Mechanical bowel obstruction · Geriatric patients · Large bowel obstruction · Small bowel obstruction · Malignant bowel obstruction · Emergency surgery

Introduction

Mechanical bowel obstruction (MBO) is one of the most common indications for emergency surgery. In North America, more than 300,000 admissions to hospital are due to

small bowel obstruction (SBO) each year [1, 2], which annually cause over USD \$2 billion worth of inpatient costs [3].

During the last couple of years, a lot of research has been carried out in regard to MBO. Although latest research has shown that a trial of at least 3–5 days of nonoperative treat-

ment is justified in the absence of urgent indications for surgery [4–9], MBO plays a major role in emergency medicine and accounts for 20–50% of emergency surgeries performed [10–12]. MBO is a severe illness that is associated with a mortality of 10–30% [1, 13–15]. Some reports highlight an increase in mortality after 3 days or more of nonoperative treatment before surgery [2, 13, 16–18], and some reports recommend that MBO should be treated surgically within 24 h [19–22]. Thus, patients suffering from MBO who are treated surgically are a group of special interest.

Christian J. J. Paul, Jonas Dohmen, Arnulf G. Willms and Tim O. Vilz contributed equally to this work and shared their authorship

* Tim O. Vilz tim.vilz@uk-bonn.de

¹ Department of General, Visceral, Thoracic and Vascular Surgery, University Hospital Bonn, Bonn, Germany

² Department of General, Visceral and Thoracic Surgery, German Armed Forces Central Hospital Koblenz, Koblenz, Germany

Major risk factors for the development of MBO are prior abdominal surgery, especially lower abdominal or pelvic surgery, malignant diseases, and recurrent diverticulitis, and these risk factors should be identified when the medical history is taken [6, 8]. In identifying patients who require surgery, abdominal computed tomography (CT) with oral and intravenous contrast medium is the gold standard in the diagnosis of MBO [8, 23] and should be performed quickly [24–26]. Some recent studies point out that the sensitivity of ultrasound in the diagnosis of SBO is approximately 92% [27, 28], which suggests that ultrasound could be an easily accessible tool for initial imaging in patients suffering from abdominal pain.

However, there are only few data that examine the impact of age on the time from presentation to the emergency department (ED) to surgery, on the surgical procedure and on the morbidity and mortality rates thereafter. Krause et al. [29] showed that the time from admission to surgery did not differ between the observed age cohorts, whereas van Beekum et al. [30] demonstrated a reduced time period in younger patients, but in both trials, there was no further analysis of the geriatric patients in terms of special characteristics influencing the outcome of this group. As the population is continuously aging [31, 32], further research, especially on the particular characteristics of the elderly, is essential.

In our trial, we aimed to analyze patients who suffered from MBO and had an indication for surgical treatment depending on their age. We aimed to examine whether there were differences between geriatric and non-geriatric patients in terms of the etiology of MBO and the time from presentation to the ED to surgery, and whether such differences influence the 30-day and the in-hospital mortality as primary outcome and the LOS at ICU and in hospital, the complications classified by the classification system of Clavien-Dindo (C-D) [33], and the need for redo surgery, bowel resection, or stoma creation as secondary outcome. In addition, we aimed to examine notable characteristics in the geriatric group that influenced their outcomes in order to identify potential targets for use in the reduction in complications and mortality in the elderly in the context of an aging population.

Methods

We retrospectively identified all patients that presented to the ED and underwent abdominal surgery due to MBO at the University Hospital of Bonn between 01/01/2009 and 10/31/2019. Patients suffering from MBO with successful conservative therapy were not included. We divided the patients into two groups based on their age at the time of surgery, into non-geriatric patients (40–74 years), and geriatric patients (≥ 75 years). We chose a cut-off age of 75 years

to define elderly patients because it has been reported as the at-risk elderly population for adverse outcome in the large American College of Surgeons-National Surgical Quality Improvement Program (NSQIP) cohort of patients undergoing major GI surgery [34]. We received the data from patients' medical records, physicians' letters, surgical reports, and anesthesiologic protocols.

We analyzed the time between presentation to the ED and surgery, pre-existing diseases, the etiology, and the localization of bowel obstruction, the need for bowel resection, and stoma creation. The postoperative course was evaluated using the classification system of C-D, the need for redo surgery and the mortality rates, divided into 30-day and in-hospital mortality rates. Furthermore, we analyzed the LOS and the LOS in the intensive care unit (ICU) of non-geriatric vs. geriatric patients. Moreover, the group of geriatric patients was further analyzed regarding the effect of predictive factors on the outcome of these patients.

We considered 30-day mortality and in-hospital mortality as primary outcome and LOS, complications classified by C-D, and the need for redo surgery, bowel resection, or stoma creation as secondary outcome.

For statistical analysis, we used SPSS version 26 (IBM SPSS, Chicago, IL, USA). Results are presented as median ($\sim x$). The chi-squared-test and Mann-Whitney U test were used to compare the frequency distribution between the patient groups, and to further analyze the geriatric group, p values less than 0.05 were considered statistically significant.

Results

Demographics (patient collective)

In total, we identified 349 patients who underwent surgery for MBO. A total of 37 patients were younger than 40 years old. In total, 224 patients were between 40 and 74, and 88 patients were at least 75 years old; these two groups were included in further analyses ($n = 312$).

Outcome

Primary outcome

The 30-day mortality rate, as well as the in-hospital mortality rate, was higher in the geriatric patients, implying that they had a worse primary outcome than non-geriatric patients (Table 1).

Secondary outcome

The overall rate of postoperative complications, classified by the C-D classification system, was higher in the group of

Table 1 Postoperative course

	40–74 years	≥75 years	<i>p</i> -value
	<i>n</i> = 204	<i>n</i> = 72	
LOS at ICU (h)	~ <i>x</i> = 17	~ <i>x</i> = 49	0.002
LOS (h)	~ <i>x</i> = 364	~ <i>x</i> = 498	0.003
	<i>n</i> = 224	<i>n</i> = 88	
Redo surgery	70 (31.3%)	31 (35.2%)	ns
Postoperative complications (C-D)			
0	37 (16.5%)	1 (1.1%)	< 0.001
I	20 (8.9%)	7 (8.0%)	ns
II	51 (22.8%)	26 (29.5%)	ns
IIIA	37 (16.5%)	14 (15.9%)	ns
IIIB	51 (22.8%)	9 (10.2%)	0.011
IVA	7 (3.1%)	11 (12.5%)	0.001
IVB	1 (0.4%)	4 (4.5%)	0.009
V	20 (8.9%)	16 (18.2%)	0.021
Need for bowel resection	107 (47.8%)	44 (50%)	ns
Need for stoma creation	71 (31.7%)	24 (27.3%)	ns
30-day mortality	11 (4.9%)	14 (15.9%)	0.001
In-hospital mortality	20 (8.9%)	16 (18.2%)	0.021

geriatric patients. Compared to the group of non-geriatric patients (Table 1). The number of redo surgeries carried out did not differ significantly between the two groups.

Furthermore, bowel resection was necessary in half of the cases, while a stoma was created in about one-third of the cases in both groups. Additionally, the LOS in hospital, as well as the LOS at the ICU, were longer in the geriatric group than in the non-geriatric group.

Admitting characteristics for patients with bowel obstruction

Our analyses demonstrated that especially in regarding to the rates of cardiac, vascular, metabolic, and neurologic diseases, these rates were significantly higher in the group of geriatric patients. In the group of non-geriatric patients, we showed that the rate of pre-existing malignant diseases was significantly higher than in the group of geriatric patients (Table 2).

Furthermore, we significantly demonstrated that the non-geriatric patients were more commonly classified with an American Society of Anesthesiologists (ASA) score of II or IV than the geriatric patients, whereas the geriatric patients were more commonly classified with an ASA score of III than the non-geriatric patients, meaning that geriatric patients were in general at higher preoperative risk, with exception of the few critically ill patients classified with an ASA score of IV in the non-geriatric patients.

Table 2 Admitting characteristics for patients with bowel obstruction

	40–74 years	≥75 years	<i>p</i> -value
	<i>n</i> = 224	<i>n</i> = 88	
Male	115 (51.3%)	44 (50.0%)	ns
Pre-existing disease			
Cardiac	68 (30.4%)	51 (58.0%)	< 0.001
Vascular	129 (57.6%)	77 (87.5%)	< 0.001
Pulmonary	27 (12.1%)	18 (20.5%)	ns
Renal	22 (9.8%)	13 (14.8%)	ns
Hepatic	12 (5.4%)	1 (1.1%)	ns
Neurologic	40 (17.9%)	26 (29.5%)	0.023
Metabolism (diabetes, obesity...)	62 (27.7%)	39 (44.3%)	0.005
Malignant	88 (39.3%)	20 (22.7%)	0.006
Inflammatory bowel disease	12 (5.4%)	1 (1.1%)	ns
Miscellaneous	6 (2.7%)	0 (0%)	ns
ASA score			
I	0 (0%)	0 (0%)	
II	78 (34.8%)	8 (9.1%)	< 0.001
III	120 (53.6%)	77 (87.5%)	< 0.001
IV	26 (11.6%)	3 (3.4%)	0.025
V	0 (0%)	0 (0%)	ns
Time between presentation to the ED and surgery (h)	~ <i>x</i> = 23.4	~ <i>x</i> = 14.6	ns
	<i>n</i> = 186	<i>n</i> = 71	
Time from presentation to the ED and surgery (h)—SBO	~ <i>x</i> = 22.6	~ <i>x</i> = 11.7	0.015
	<i>n</i> = 38	<i>n</i> = 17	
Time from presentation to the ED and surgery (h)—LBO	~ <i>x</i> = 26.3	~ <i>x</i> = 21.0	ns

Time from presentation to the ED to surgery

As our results show, the time from presentation to the ED to surgery was -regarding patients who suffered from SBO- significantly shorter in the geriatric group than in the non-geriatric group.

In general, and in patients who suffered from large bowel obstruction (LBO), there was no significant difference concerning the time from presentation to the ED to surgery between geriatric and non-geriatric patients.

Etiology and intraoperative findings

In both groups, adhesions were the main cause for MBO. Malignancies also played a crucial role in causing MBO, while “other malignancies” (peritoneal carcinosis, gastrointestinal stromal tumor, ovarian/endometrial cancer and prostate cancer) showed a higher impact than colorectal carcinoma (CRC) (Table 3). The two groups differed significantly in the frequency of adhesions, gallstone ileus, and inflammation.

In both groups, a major part of MBO was localized in the small bowel.

In addition, we examined whether there were differences between the geriatric and non-geriatric patients, separated by SBO and LBO (see additional file 1, supplementary Tables 1 and 2). We found that the intraoperative findings regarding patients who suffered from SBO or LBO did not differ significantly between geriatric and non-geriatric patients; the only difference was that geriatric patients who suffered

from SBO had a higher rate of gallstone ileus (see additional file 1, supplementary Table 1).

Further analysis of the geriatric patients

Additionally, we took a closer look at the group of geriatric patients to identify remarkable characteristics within this group ($n = 88$). When we analyzed the LOS in this group, we excluded the 16 patients who died in the hospital ($n = 72$), as shown in Table 4.

We found that the male geriatric patients stayed significantly longer in the ICU than the female geriatric patients. Furthermore, the geriatric patients that suffered from a cardiac disease stayed significantly longer in the ICU, as well as in hospital, than the geriatric patients without cardiac diseases. Patients who suffered from a pre-existing malignant disease had significantly higher rates of stoma creation and redo surgery and stayed longer in hospital than geriatric patients who did not suffer from a pre-existing malignant disease (Table 4).

If the bowel obstruction was caused by adhesions, the geriatric patients showed significantly lower rates of stoma creation than the geriatric patients who suffered from bowel obstruction due to another cause. Geriatric patients who suffered from malignant bowel obstruction (MABO) stayed for a shorter time in the ICU, but had a higher need for redo surgery than patients who suffered from MABO due to another cause.

The geriatric patients who suffered from LBO showed significantly higher rates of bowel resection and stoma creation, as well as a higher 30-day mortality rate, than the patients who suffered from SBO.

Table 3 Intraoperative findings

	40–74 years <i>n</i> = 224	≥ 75 years <i>n</i> = 88	<i>p</i> -value
Localization of bowel obstruction			
Small bowel	186 (83.0%)	71 (80.7%)	ns
Large bowel	38 (17.0%)	17 (19.3%)	ns
Cause of bowel obstruction			
Adhesions	108 (48.2%)	54 (61.4%)	0.036
All malignancies	65 (29.0%)	18 (20.5%)	ns
CRC	18 (8.0%)	5 (5.7%)	ns
Other malignancies	47 (21.0%)	13 (14.8%)	ns
Hernia	15 (6.7%)	4 (4.5%)	ns
Volvulus	6 (2.7%)	3 (3.4%)	ns
Intussusception	3 (1.3%)	2 (2.3%)	ns
Gallstone ileus	0 (0%)	3 (3.4%)	0.005
Inflammation	10 (4.5%)	0 (0%)	0.044
Exposure to radiotherapy	4 (1.8%)	0 (0%)	ns
Miscellaneous	13 (5.8%)	4 (4.5%)	ns

Discussion

In our study, a retrospective analysis of two patient cohorts, divided into geriatric and non-geriatric patients, was performed.

As primary outcomes, we observed the 30-day and in-hospital mortality rates in our patients which were significantly higher in the geriatric than in the non-geriatric patients. This is similar to Krause et al. [29] and van Beekum et al. [30], who observed in-hospital-mortality rates of 0.0% and 3.2%, respectively, in the younger, and 9.1%, and 23.5%, respectively, in the older cohort; Krause et al. only included patients suffering from SBO, whereas van Beekum et al. also included patients suffering from LBO. Furthermore, the cohorts were grouped differently in the two studies: Krause et al. [29] included patients aged 65 years or older in the geriatric group, whereas van Beekum et al. [30] included patients aged 80 years or older in the geriatric group.

Table 4 Further analysis of the geriatric patients

Variable	Characteristic	LOS ICU (h)	LOS (h)	Need for bowel resection	Need for stoma creation	Redo surgery	30-day mortality	In hospital mortality
		<i>n</i> = 72	<i>n</i> = 72	<i>n</i> = 88	<i>n</i> = 88	<i>n</i> = 88	<i>n</i> = 88	<i>n</i> = 88
Sex	Male	~ <i>x</i> = 69	~ <i>x</i> = 617	24 (54.5%)	16 (36.4%)	18 (40.9%)	8 (18.2%)	9 (20.5%)
	Female	~ <i>x</i> = 15	~ <i>x</i> = 466	20 (45.5%)	8 (18.2%)	13 (29.5%)	6 (13.6%)	7 (15.9%)
	<i>p</i> -value	0.021	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Pre-existing cardiac disease	No cardiac disease	~ <i>x</i> = 15	~ <i>x</i> = 408	20 (54.1%)	10 (27.0%)	10 (27.0%)	4 (10.8%)	4 (10.8%)
	Cardiac disease	~ <i>x</i> = 53	~ <i>x</i> = 622	24 (47.1%)	14 (27.5%)	21 (41.2%)	10 (19.6%)	12 (23.5%)
	<i>p</i> -value	0.016	0.049	ns	ns	ns	ns	ns
Pre-existing malignant disease	No malignant disease	~ <i>x</i> = 52	~ <i>x</i> = 441	32 (47.1%)	12 (17.6%)	19 (27.9%)	11 (16.2%)	13 (19.1%)
	Malignant disease	~ <i>x</i> = 14	~ <i>x</i> = 672	12 (60.0%)	12 (60.0%)	12 (60.0%)	3 (15.0%)	3 (15.0%)
	<i>p</i> -value	ns	0.021	ns	< 0.001	0.008	ns	ns
Cause of bowel obstruction	Adhesions	~ <i>x</i> = 51	~ <i>x</i> = 492	25 (46.3%)	7 (13.0%)	18 (33.3%)	7 (13.0%)	9 (16.7%)
	No adhesions	~ <i>x</i> = 21	~ <i>x</i> = 527	19 (55.9%)	17 (50.0%)	13 (38.2%)	7 (20.6%)	7 (20.6%)
	<i>p</i> -value	ns	ns	ns	< 0.001	ns	ns	ns
Cause of bowel obstruction	All malignancies	~ <i>x</i> = 7	~ <i>x</i> = 656	10 (55.6%)	12 (66.7%)	9 (50.0%)	4 (22.2%)	4 (22.2%)
	No malignancies	~ <i>x</i> = 53	~ <i>x</i> = 462	34 (48.6%)	12 (17.1%)	22 (31.4%)	10 (14.3%)	12 (17.1%)
	<i>p</i> -value	0.029	ns	ns	< 0.001	ns	ns	ns
Localization of bowel obstruction	Small bowel	~ <i>x</i> = 45	~ <i>x</i> = 492	31 (43.7%)	14 (19.7%)	22 (31.0%)	8 (11.3%)	10 (14.1%)
	Large bowel	~ <i>x</i> = 69	~ <i>x</i> = 668	13 (76.5%)	10 (58.8%)	9 (52.9%)	6 (35.3%)	6 (35.3%)
	<i>p</i> -value	ns	ns	0.015	0.001	ns	0.025	ns

Compared to these two trials, and compared to the recent literature, our in-hospital-mortality rate of 8.9% in the non-geriatric and 18.2% in the geriatric patients is average. In SBO patients, Long et al. [3] described an overall mortality rate of 7–14% in the elderly, contrary to < 3% in younger patients. The average 30-day mortality rate for SBO is between 5 and 30% [1, 13–15, 35], whereas the average mortality rate for LBO is between 10 and 20% [14]. If the bowel obstruction is caused by a malignancy, e.g., peritoneal carcinosis, the average mortality rate is between 6 and 32% [36–39]. Some trials show that the risk of emergency gastrointestinal surgery is higher in the elderly [40, 41]; some studies also suggest that age itself is a risk factor for higher mortality rates in emergency gastrointestinal surgery [4, 14, 42, 43].

As secondary outcomes, we regarded the rate of bowel resection and stoma creation; there was no difference between the geriatric and the non-geriatric group. Furthermore, the rate of bowel resection in both groups was rather high compared to the literature, which reports a rate of 30–45% in regard to bowel resection [8, 15, 29, 35]. A large part of the recent research focusses on SBO, whereas we included patients with SBO as well as patients with LBO. According to Krouse [38] and other studies [4, 37, 44, 45], bowel resection is a favorable therapy in oncologic

patients suffering from MABO in which the malignancy can be removed.

In the trials regarding SBO alone, bowel resection is mostly due to ischemia and thus a marker for an adverse outcome. In our research, the high rate of bowel resection and stoma creation should be regarded in a more differentiated way, considering the rather high rate of MABO in which resection is the recommended therapy if possible.

Furthermore, we regarded the LOS in hospital and the LOS at ICU, as well as the complications classified by the C-D system as secondary outcomes. Similar to van Beekum et al. [30], the LOS of the geriatric patients was significantly longer than that of the non-geriatric patients. We also showed that complications classified by the C-D system were higher in the group of geriatric patients which could explain the longer LOS.

Interestingly, although the time from admission to surgery was no longer in the geriatric patients, the outcome was poorer. This suggests that age, physical status, and comorbidities may be more important regarding the outcome of patients than a single focus on the time from admission to surgery. Regarding time-critical periods, the time from the onset of symptoms to hospital admission, which is more difficult to determine, may be more important for the outcome of patients, because supportive therapy such as fluid

resuscitation, decompression via a nasogastric tube, the correction of electrolyte disorders, and antibiotic therapy [9] are immediately initiated when patients are admitted to the hospital, whereas a longer time to admission in which no therapy is carried out could worsen the status of these patients when they arrive at the ED, making emergency surgery more urgent and increasing the risk of mortality. This also means that a worse physical status at admission could shorten the time from admission to surgery because of its urgency.

In the elderly, the time from onset of symptoms to admission may be longer, because geriatric patients are more often in chronic pain or treated with analgesics and notice the onset of new symptoms later or develop fewer symptoms than younger patients. There is some research regarding this time period [46–48] that suggest that the time from the onset of symptoms to admission increases with age [49]. Budzyński et al. [47] showed that the time from the onset of symptoms to admission to hospital was longer in patients with MABO than in patients who suffered from MBO due to adhesions. Furthermore, surgery is more conservatively recommended in the literature for patients suffering from MBO due to malignancies such as peritoneal carcinosis [6, 37, 45]. In addition, the onset of MABO is often described as slow and insidious [4, 8].

For future research, an interesting approach may be to take a closer look at the time from the onset of symptoms to admission to hospital, rather than at the time from admission to surgery.

Given that the population is aging [31] and that the group of geriatric patients showed a significantly higher rate of complications and mortality in our study, we took a closer look at this cohort, searching for particular parameters that affected the outcome of this group (see Table 4).

We discovered that male geriatric patients as well as geriatric patients with a cardiac disease had a significantly longer LOS in the ICU. Like Krause et al. [29], we emphasize that the optimal adjustment of pre-existing cardiac diseases should be carried out before surgery, especially regarding the increasing rate of cardiovascular diseases due to an aging population [32]. This is particularly important for male patients who are more likely to suffer from a cardiac disease [50, 51] and this may reduce their LOS in the ICU. As we discussed, patients who suffered from a pre-existing malignant disease and from MABO had a higher rate of stoma creation; this confirms that a high proportion of stoma creation in our patients was due to malignancy rather than to delayed surgery. In addition, patients who suffered from MABO had a shorter LOS in the ICU and commonly stayed in a normal ward instead, so early stoma creation may permit the rapid transfer to a normal ward, whereas the LOS in the ICU may depend on pre-existing (especially cardiac) diseases and patients' general physical conditions instead.

Interestingly, the 30-day mortality rate was significantly higher in the geriatric patients who suffered from LBO. As LBO is caused by a malignancy in 60–70% of cases [8, 14, 36, 37, 45, 52], geriatric patients suffering from LBO may have to undergo more challenging surgery and may be in a worse physical condition due to the underlying disease, leading to higher rates of resection and stoma creation and a higher mortality rate. Therefore, it may be reasonable to carry out the identification of these patients quickly in the ED and to provide special care in view of the high mortality rate.

Beyond that, we are the first to show that even in geriatric patients above the age of 75 years, a watch and wait strategy is justifiable, because the outcome of this group depends on the physical condition and the type of MBO (SBO vs. LBO vs. MABO) rather than on the time from admission to surgery.

The limitations of our study include the retrospective approach and the single institution used for data acquisition. Furthermore, the time between the onset of symptoms and presentation to the ED could not be included in the analysis due to a lack of data in medical records and thus may be an interesting approach for prospective trials.

Conclusion

This trial emphasizes the finding that geriatric patients, especially those with LBO, are a group in need of special care and are of particular interest for further research in order to aid a reduction in mortality rates. Moreover, focusing on the time between the onset of symptoms and admission rather than on the time between admission and surgery could be an approach for use in future research. Furthermore, our data support the idea that a time period of 3–5 days until surgical treatment in patients suffering from MBO—even in the elderly—is reasonable and does not worsen their outcome. Especially in regard to geriatric patients, clinicians should treat patients in a risk-adapted rather than time-adapted manner, and conditions should be optimized before surgery.

Supplementary information The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1007/s00384-022-04152-4>.

Author contribution Conceptualization: TOV and AGW.; methodology: TOV, AGW, CJJP; software: CJJP, JD; formal analysis: CJJP, JD.; data curation: MAW, CJvB, LB; writing—original draft preparation: CJJP, JD, AGW.; writing—review and editing: JCK, TOV.; visualization: CJJP, JD; supervision: AGW, TOV; project administration: TOV. All authors read and approved the final manuscript.

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Availability of data and materials The datasets used and analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Declarations

Ethics approval and consent to participate The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki. The design of the trial was discussed with the Ethics Committee of the University Hospital Bonn and an approval was waived due to the retrospective nature of the study and the refusal to contact patients.

Consent for publication Patient consent was waived due to retrospective nature of the study and the refusal to contact patients.

Competing interests The authors declare no competing interests.

Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

References

- Rami Reddy SR, Cappell MS (2017) A systematic review of the clinical presentation, diagnosis, and treatment of small bowel obstruction. *Curr Gastroenterol Rep* 19:28. <https://doi.org/10.1007/s11894-017-0566-9>
- Lofthus T, Moore F, VanZant E, Bala T, Brakenridge S, Croft C, Lottenberg L, Richards W, Mozingo D, Atteberry L et al (2015) A protocol for the management of adhesive small bowel obstruction. *J Trauma Acute Care Surg* 78:13–19. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000000491>
- Long B, Robertson J, Koyfman A (2018) Emergency medicine evaluation and management of small bowel obstruction: evidence-based recommendations. *J Emerg Med* 56:166–176. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2018.10.024>
- Bower KL, Lollar DI, Williams SL, Adkins FC, Luyimbazi DT, Bower CE (2018) Small bowel obstruction. *Surg Clin North Am* 98:945–971. <https://doi.org/10.1016/j.suc.2018.05.007>
- Bauer J, Keeley B, Krieger B, Deliz J, Wallace K, Kruse D, Dallas K, Bornstein J, Chessin D, Gorfine S (2015) Adhesive small bowel obstruction: early operative versus observational management. *Am Surg* 81:614–620
- Jackson P, Vigiola Cruz M (2018) Intestinal obstruction: evaluation and management. *Am Fam Physician* 98:362–367
- Maung AA, Johnson DC, Piper GL, Barbosa RR, Rowell SE, Bokhari F, Collins JN, Gordon JR, Ra JH, Kerwin AJ (2012) Evaluation and management of small-bowel obstruction: an eastern association for the surgery of trauma practice management guideline. *J Trauma Acute Care Surg* 73:362–369. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e31827019de>
- Vilz TO, Stoffels B, Strassburg C, Schild HH, Kalff JC (2017) Ileus in adults. *Dtsch Arztebl Int* 114:508–518. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2017.0508>
- Broek RR, Krielen P, Di Saverio S, Coccolini F, Biffl WL, Ansaloni L, Velmahos GC, Sartelli M, Fraga GP, Kelly MD et al (2018) Bologna guidelines for diagnosis and management of adhesive small bowel obstruction (ASBO): 2017 update of the evidence-based guidelines from the World Society of Emergency Surgery ASBO Working Group. *World J Emerg Surg* 13:24. <https://doi.org/10.1186/s13017-018-0185-2>
- Tong JWV, Lingam P, Shelat VG (2020) Adhesive small bowel obstruction - an update. *Acute Med Surg* 7:e587. <https://doi.org/10.1002/ams2.587>
- Millet I, Ruyer A, Alili C, Curros Doyon F, Molinari N, Pages E, Zins M, Taourel P (2014) Adhesive small-bowel obstruction: value of CT in identifying findings associated with the effectiveness of nonsurgical treatment. *Radiology* 273:425–432. <https://doi.org/10.1148/radiol.14132872>
- Nielsen LBJ, Tengberg LT, Bay-Nielsen M (2017) Laparoscopy in major abdominal emergency surgery seems to be a safe procedure. *Dan Med* 64
- Peacock O, Bassett MG, Kuryba A, Walker K, Davies E, Anderson I, Vohra RS (2018) Thirty-day mortality in patients undergoing laparotomy for small bowel obstruction. *Br J Surg* 105:1006–1013. <https://doi.org/10.1002/bjs.10812>
- Cappell MS, Batke M (2008) Mechanical obstruction of the small bowel and colon. *Med Clin North Am* 92:575–597. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2008.01.003>
- Fung BSC, Behman R, Nguyen MA, Nathens AB, Look Hong NJ, Pechlivanoglou P, Karanicolas PJ (2020) Longer trials of non-operative management for adhesive small bowel obstruction are associated with increased complications. *J Am Geriatr Soc* 24:890–898. <https://doi.org/10.1007/s11605-019-04156-6>
- Teixeira PG, Karamanos E, Talving P, Inaba K, Lam L, Demetriades D (2013) Early operation is associated with a survival benefit for patients with adhesive bowel obstruction. *Ann Surg* 258:159–465. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3182a1b100>
- Keenan JE, Turley RS, McCoy CC, Migaly J, Shapiro ML, Scarborough JE (2014) Trials of nonoperative management exceeding 3 days are associated with increased morbidity in patients undergoing surgery for uncomplicated adhesive small bowel obstruction. *J Trauma Acute Care Surg* 76:1367–1372. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000000246>
- Schraufnagel D, Rajaei S, Millham FH (2013) How many sunsets? Timing of surgery in adhesive small bowel obstruction: a study of the nationwide inpatient sample. *J Trauma Acute Care Surg* 74:181–187. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e31827891a1>
- Bickell NA, Federman AD, Aufses AH (2005) Influence of time on risk of bowel resection in complete small bowel obstruction. *J Am Coll Surg* 201:847–854. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2005.07.005>
- Fevang BT, Fevang J, Stangeland L, Soreide O, Svanes K, Viste A (2000) Complications and death after surgical treatment of small bowel obstruction: a 35-year institutional experience. *Ann Surg* 231:529–537. <https://doi.org/10.1097/0000658-200004000-00012>
- Leung AM, Vu H (2012) Factors predicting need for and delay in surgery in small bowel obstruction. *Am Surg* 78:403–407
- Ong M, Guang TY, Yang TK (2015) Impact of surgical delay on outcomes in elderly patients undergoing emergency surgery: a single center experience. *World J Gastrointest Surg* 7:208–213. <https://doi.org/10.4240/wjgs.v7.i9.208>
- Branco BC, Barmparas G, Schnüriger B, Inaba K, Chan LS, Demetriades D (2010) Systematic review and meta-analysis of the diagnostic and therapeutic role of water-soluble contrast agent in adhesive small bowel obstruction. *Br J Surg* 97:470–478. <https://doi.org/10.1002/bjs.7019>

24. Zins M, Nillet I, Taourel P (2020) Adhesive small bowel obstruction: predictive radiology to improve patient management. *Radiology* 296:480–492. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020192234>
25. Millet I, Sebbane M, Molinari N, Pages-Bouic E, Curros-Doyon F, Riou B, Taourel P (2017) Systematic unenhanced CT for acute abdominal symptoms in the elderly patients improves both emergency department diagnosis and prompt clinical management. *Eur Radiol* 27:868–877. <https://doi.org/10.1007/s00330-016-4425-0>
26. Reginelli A, Russo A, Pinto A, Stanzone F, Martiniello C, Capabianca S, Brunese L, Squillaci E (2014) The role of computed tomography in the preoperative assessment of gastrointestinal causes of acute abdomen in elderly patients. *Int J Surg* 12 Suppl 2:181–186. <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2014.08.345>
27. Rosano N, Gallo L, Mercogliano G, Quassone P, Picascia O, Catalano M, Pesce A, Fiorini V, Pelella I, Vesperi G et al (2021) Ultrasound of small bowel obstruction: a pictorial review. *Diagnostics* (Basel). <https://doi.org/10.3390/diagnostics11040617>
28. Tamburrini S, Lugarà M, Iaselli F, Saturnino P, Liguori C, Carbone R, Vecchione D, Abete R, Tammaro P, Marano I (2019) Diagnostic accuracy of ultrasound in the diagnosis of small bowel obstruction. *Diagnostics* (Basel). <https://doi.org/10.3390/diagnostics9030088>
29. Krause WR, Webb TP (2014) Geriatric small bowel obstruction: an analysis of treatment and outcomes compared with a younger cohort. *Am J Surg* 209:347–351. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2014.04.008>
30. Van Beekum CJ, Stoffels B, Von Websky M, Dohmen J, Paul CJJ, Kalff JC, Vilz TO (2019) Der mechanische Ileus bei geriatrischen Patienten: Ätiologie und perioperative Morbidität/Mortalität im Vergleich zu einer jüngeren [Mechanical bowel obstruction in geriatric patients: Etiology and perioperative morbidity/mortality compared with a younger cohort]. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 115:22–28. <https://doi.org/10.1007/s00063-019-00637-3>
31. Kanasi E, Aylavarapu S, Jones J (2000) (2016) The aging population: demographics and the biology of aging. *Periodontol* 72:13–18. <https://doi.org/10.1111/prd.12126>
32. Costantino S, Paneni F, Cosentino F (2016) Ageing, metabolism and cardiovascular disease. *J Physiol* 594:2061–2073. <https://doi.org/10.1113/JP270538>
33. Dindo D, Dermatines N, Clavien PA (2004) Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg* 240:205–213. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae>
34. Kurian AA, Wang L, Grunkemeier G, Bhayani NH, Swanström LL (2013) Defining “the elderly” undergoing major gastrointestinal resections: receiver operating characteristic analysis of a large ACS-NSQIP cohort. *Ann Surg* 258:483–489. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3182a196d8>
35. Jeppesen MH, Tolstrup MB, Kehlet Watt S, Gögenur I (2016) Risk factors affecting morbidity and mortality following emergency laparotomy for small bowel obstruction: a retrospective cohort study. *Int J Surg* 28:63–68. <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2016.02.059>
36. Karakaş DÖ, Yeşiltaş M, Gökçek B, Eğin S, Hot S (2019) Etiology, management, and survival of acute mechanical bowel obstruction: five-year results of a training and research hospital in Turkey. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 25:268–280. <https://doi.org/10.14744/tjtes.2019.44834>
37. Santangelo ML, Grifasi C, Criscitiello C, Giuliano M, Calogero A, Dodaro C, Incollingo P, Rupealta N, Candida M, Chiacchio G et al (2017) Bowel obstruction and peritoneal carcinomatosis in the elderly: a systematic review. *Aging Clin Exp Res* 29:73–78. <https://doi.org/10.1007/s40520-016-0656-9>
38. Krouse RS (2019) Malignant bowel obstruction. *J Surg Oncol* 120:74–77. <https://doi.org/10.1002/jso.25451>
39. Henry JC, Pouly S, Sullivan R, Sharif S, Klemanski D, Abdel-Misih S, Arradaza N, Jarjoura D, Schmidt C, Bloomston M (2012) A scoring system for the prognosis and treatment of malignant bowel obstruction. *Surgery* 152:747–756. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2012.07.009>
40. Clarke A, Murdoch H, Thomas MJ, Cook TM, Peden CJ (2011) Mortality and postoperative care after emergency laparotomy. *Eur J Anaesthesiol* 28:16–19. <https://doi.org/10.1097/EJA.0b013e32833f5389>
41. Ho VP, Schiltz NK, Reimer AP, Madigan EA, Koroukian SM (2019) High-risk comorbidity combinations in older patients undergoing emergency general surgery. *J Am Geriatr Soc* 67:503–510. <https://doi.org/10.1111/jgs.15682>
42. Bentrem DJ, Cohen ME, Hynes DM, Ko CY, Bilimoria KY (2009) Identification of specific quality improvement opportunities for the elderly undergoing gastrointestinal surgery. *Arch Surg* 144:1013–1020. <https://doi.org/10.1001/archsurg.2009.114>
43. Duron JJ, Du Montcel ST, Berger A, Muscari F, Hennet H, Veyrieres M, Hay JM (2008) Prevalence and risk factors of mortality and morbidity after operation for adhesive postoperative small bowel obstruction. *Am J Surg* 195:726–734. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2007.04.019>
44. Pisano M, Zorcolo L, Merli C, Cimbanassi S, Poiasina E, Ceresoli M, Agresta F, Allievi N, Bellanova G, Coccolini F et al (2018) 2017 WSES guidelines on colon and rectal cancer emergencies: obstruction and perforation. *World J Emerg Surg* 13:36. <https://doi.org/10.1186/s13017-018-0192-3>
45. Laval G, Marcellin-Benazech B, Guirimand F, Chauvenet L, Copel L, Durand A, Francois E, Gabolde M, Mariani P, Rebischung C et al (2014) Recommendations for bowel obstruction with peritoneal carcinomatosis. *J Pain Symptom Manage* 48:75–91. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2013.08.022>
46. Markogiannakis H, Messaris E, Dardamanis D, Pararas N, Tzertzemelis D, Giannopoulos P, Larentzakis A, Lagoudianakis E, Manouras A, Bramis I (2007) Acute mechanical bowel obstruction: clinical presentation, etiology, management and outcome. *World J Gastroenterol* 13:432–437. <https://doi.org/10.3748/wjg.v13.i3.432>
47. Budzyński P, Pędziwiatr M, Kenig J, Lasek A, Winiarski M, Major P, Wałęga P, Natkaniec M, Rubinkiewicz M, Rogala J et al (2016) Gastrointestinal obstruction in patients previously treated for malignancies. *Pol Przegl Chir* 88:93–98. <https://doi.org/10.1515/pjcs-2016-0033>
48. Fukuda N, Wada J, Niki M, Sugiyama Y, Mushiaki H (2012) Factors predicting mortality in emergency abdominal surgery in the elderly. *World J Emerg Surg* 7:12. <https://doi.org/10.1186/1749-7922-7-12>
49. Laurell H, Hansson L-E, Gunnarsson U (2006) Acute abdominal pain among elderly patients. *Gerontology* 52:339–344. <https://doi.org/10.1159/000094982>
50. Kuznetsova T (2018) Sex differences in epidemiology of cardiac and vascular disease. *Adv Exp Med Biol* 1065:61–70. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77932-4_4
51. Nedkoff L, Goldacre R, Greenland M, Goldacre MJ, Lopez D, Hall N, Knuiaman M, Hobbs M, Sanfilippo FM, Wright FL (2019) Comparative trends in coronary heart disease subgroup hospitalisation rates in England and Australia. *Heart* 105:1343–1350. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2018-314512>
52. Krstić S, Resanović V, Alempijević T, Resanović A, Sijacki A, Djukić V, Loncar Z, Karamarković A (2014) Hartmann’s procedure vs loop colostomy in the treatment of obstructive rectosigmoid cancer. *World J Emerg Surg* 9:52. <https://doi.org/10.1186/1749-7922-9-52>

3. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen meinen großen Dank aussprechen, die mich beim Anfertigen dieser Dissertationsschrift begleitet und unterstützt haben.

Besonders danken möchte ich meinem Doktorvater, Prof. Dr. med. Tim Vilz, für die stets sehr gute und umfassende Betreuung während der Verfassung der Dissertation. Dafür, dass er zu jeder Zeit erreichbar und ansprechbar war, für die gute Organisation und die konstruktive Atmosphäre. Insbesondere bin ich dafür dankbar, dass er es mir ermöglicht hat, die Dissertation als Publikationsdissertation zu verfassen, und dass ich somit eine Publikation als Erstautor in einer internationalen Fachzeitschrift übernehmen durfte.

Außerdem möchte ich mich bei Dr. med. Jonas Dohmen bedanken, der mir als mein Betreuer insbesondere beim Verfassen der Publikation jederzeit mit Rat und Tat zur Seite stand. Ich habe das kollegiale Miteinander und die konstruktive Zusammenarbeit beim Verfassen der Publikation sehr genossen und bin dankbar, einen so zuverlässigen Betreuer an meiner Seite gehabt zu haben.

Zum Schluss möchte ich mich bei all denjenigen aus meinem Umfeld bedanken, die dazu beigetragen haben, dass die Dissertation in dieser Form möglich gemacht werden konnte. Im Besonderen gilt der Dank meiner Familie und meinen Freunden, die mir stets durch gute Gespräche, unterstützende und motivierende Worte und auch das Korrekturlesen der Arbeit eine große Hilfe waren.