

Aus der Chirurgischen Klinik
Charité Campus Virchow-Klinikum
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Einfluss des verwendeten Nahtmaterials auf die Entwicklung
einer Faziendehiszenz nach offen chirurgischer
Leberresektion - eine retrospektive Datenanalyse**

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

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Franziska Maria Fritsch

aus Potsdam

Datum der Promotion: 18.12.2020

Inhaltsverzeichnis

I.	Abkürzungsverzeichnis	5
II.	Abbildungsverzeichnis	7
III.	Tabellenverzeichnis.....	8
1	Abstract	9
2	Einleitung	11
2.1	Lebertumoren.....	11
2.1.1	Genereller Überblick	11
2.1.2	Benigne Lebertumoren	11
2.1.3	Maligne Lebertumoren	13
2.2	Leberresektionen	15
2.2.1	Genereller Überblick	15
2.2.2	Anatomie	16
2.2.3	Einteilung der Leberresektion	18
2.2.4	Major- und Minor-Resektion	19
2.3	Schnittführung	20
2.3.1	Offene Resektion.....	20
2.3.2	Laparoskopische Resektion.....	21
2.4	Nahtmaterial zum Faszienschluss.....	22
2.4.1	Poly-p-dioxanon (PDS-Schlinge).....	22
2.4.2	Vicryl.....	23
2.4.3	MonoMax	23
2.5	Postoperative Komplikationen	24
2.5.1	Wundinfektion.....	24
2.5.2	Platzbauch	25
2.5.3	Narbenhernie	26
2.6	Fragestellung	26
3	Material und Methodik.....	28
3.1	Patientenkollektiv	28
3.2	Ein- und Ausschlusskriterien.....	29
3.3	Patientenmerkmale	29
3.4	Statistische Methoden.....	30

3.5	Literaturrecherche.....	31
4	Ergebnisse	32
4.1	Deskriptive Statistik der Gesamtkohorte	32
4.1.1	Allgemeine Merkmale.....	32
4.1.2	Komorbiditäten.....	33
4.1.3	Perioperative Merkmale	34
4.1.4	Postoperative Komplikationen	35
4.2	Vergleich MonoMax versus PDS	37
4.3	Univariate Analyse von Risikofaktoren für die Wundinfektion.....	42
4.4	Univariate Analyse von Risikofaktoren für den Platzbauch	46
4.5	Multivariate Analyse von Risikofaktoren für die Wundinfektion.....	46
4.6	Laparoskopische Resektion	47
5	Diskussion	53
5.1	Risikofaktoren für Platzbauch und Wundinfektion bei Leberresektionen	54
5.2	Risikofaktoren für Platzbauch und Wundinfektion bei laparoskopischer Leberchirurgie	58
5.3	Risikofaktoren für Platzbauch und Wundinfektionen bei offener Leberchirurgie	63
5.4	Vergleich von PDS und MonoMax	67
5.5	Stärken und Schwächen der Studie	71
5.6	Abschließende Zusammenfassung	72
6	Anhang	73
7	Literaturverzeichnis.....	75
8	Eidesstaatliche Versicherung	87
9	Lebenslauf	88
10	Danksagung.....	90

I. Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ALT	Alanin-Aminotransferase
ASA	<i>American Society of Anesthesiologists</i>
AST	Aspartat-Aminotransferase
BCLC	<i>Barcelona-Clinic-Liver-Cancer-Klassifikation</i>
BMI	<i>Body-Mass-Index</i>
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CCC	Cholangiozelluläres Karzinom
CLRM	Kolorektale Lebermetastasen
cm	Zentimeter
COPD	<i>Chronic obstructive pulmonary disease</i>
CT	Computertomographie
d	Tag
E. coli	Escherichia coli
FNH	Fokal noduläre Hyperplasie
GB	Gallenblase
HALS	hand-assistierte Laparoskopie
HCC	Hepatozelluläres Karzinom
Erw./ HHL	erweiterte Hemihepatektomie links
Erw./ HHR	erweiterte Hemihepatektomie rechts
HWI	Harnwegsinfektion
ICD	<i>International Classification of Diseases and Related Health Problems</i>
ITS	Intensivstation
KHK	Koronare Herzkrankheit
LAP	laparoskopisch
Lig.	Ligamentum
Met	Metastasen
MILH	<i>multi-incision laparoscopic hepatectomy</i>
min	Minute
MRSA	multiresistentes Staphylokokkus aureus
MRT	Magnetresonanztomographie
OP	Operation

PDS	Poly-p-dioxanon
S. aureus	Staphylokokkus aureus
SILH	<i>single-incision laparoscopic hepatectomy</i>
SSI	<i>Surgical Side Infections</i>
Tab.	Tabelle
TACE	Chemoembolisation
u. s. w.	und so weiter
vs.	versus
z. B.	zum Beispiel

II. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Übersicht Leberresektionen a) Segmentresektion, b) links laterale Segmentresektion, c) rechte Hemihepatektomie, d) linke Hemihepatektomie, e) erweiterte Hemihepatektomie rechts, f) erweiterte Hemihepatektomie links (eigene Darstellung)

Abb. 2: Verlauf Ein- und Ausschluss der Patienten

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Todesursachen [2]	11
Tabelle 2: MonoMax Reißfestigkeit und Faszienstärke im Verlauf [56, 58]	23
Tabelle 3: Deskriptive Statistik allgemeine Merkmale	32
Tabelle 4: Deskriptive Statistik Komorbiditäten	33
Tabelle 5: Deskriptive Statistik perioperative Merkmale	35
Tabelle 6: Deskriptive Statistik postoperative Komplikationen	36
Tabelle 7: MonoMax vs. PDS allgemeine Merkmale	38
Tabelle 8: MonoMax vs. PDS perioperative Merkmale	40
Tabelle 9: MonoMax vs. PDS postoperative Merkmale	41
Tabelle 10: Wundinfektion allgemeine Merkmale	42
Tabelle 11: Wundinfektion perioperative Merkmale	44
Tabelle 12: Wundinfektion postoperative Merkmale	45
Tabelle 13: Logistische Regression Wundinfektion	46
Tabelle 14: Laparoskopische Resektion allgemeine Merkmale	48
Tabelle 15: Laparoskopische Resektion perioperative Merkmale	50
Tabelle 16: Laparoskopische Resektion postoperative Merkmale	51
Tabelle 17: Detaillierte Beschreibung American Society of Anesthesiologists-Score [72]....	73
Tabelle 18: Detaillierte Beschreibung Clavien-Dindo-Score [69]	73

1 Abstract

Hintergrund: Die mediane Laparotomie ist eine in Deutschland vielfach durchgeführte Operation. Vor allem im Rahmen einer Lebererkrankung wird sie angewendet, wobei es postoperativ oft zu Komplikationen kommt. Die häufigsten Komplikationen sind Wundinfektionen, Narbenhernien sowie Fasziendehiszenzen. Eine Möglichkeit das Risiko für die genannten Komplikationen zu mindern, ist die richtige Wahl des Nahtmaterials. Das neu entwickelte Nahtmaterial MonoMax soll durch seine langsame Resorptionszeit, ultralange Reißfestigkeit sowie hohe Elastizität die genannten Komplikationen reduzieren. Das Ziel dieser Studie ist es, herauszufinden, ob MonoMax gegenüber dem bisher verwendeten Nahtmaterial Vorteile hinsichtlich der postoperativen Komplikationen, insbesondere der Fasziendehiszenz und des Wundinfekts, aufzeigt.

Methodik: Diese Studie ist eine retrospektive Datenanalyse, die von September 2016 bis 2018 an der Chirurgischen Klinik des Virchow-Klinikums Charité durchgeführt wurde. Nur Patienten, die eine Teil- oder komplette Leberresektion erhielten, wurden eingeschlossen und je nach verwendetem Nahtmaterial in zwei Gruppen aufgeteilt. Die verwendeten Patientendaten wurden mittels deskriptiver Statistik verglichen und in den primären Variablen Fasziendehiszenz und Wundinfektion sowie in weiteren klinischen Merkmalen auf Signifikanz getestet.

Ergebnisse: In die Studie wurden 49 MonoMax- und 98 Poly-p-dioxanon(PDS)-Patienten eingeschlossen. Diese zeigten in den primären Variablen Wundinfektion und Fasziendehiszenz keine signifikanten Unterschiede. Es konnte jedoch gesehen werden, dass Wundinfekte besonders oft im Zusammenhang mit malignen Erkrankungen ($p=0,047$), offenen Operationen ($p=0,003$) sowie Pneumonien ($p=0,000$) auftraten. Außerdem wurde eine Signifikanz zwischen dem Auftreten eines Aszites und eines Platzbauches gesehen ($p=0,015$).

Diskussion: Es konnten keine signifikanten Vorteile des MonoMax-Fadens gegenüber dem PDS-Faden gezeigt werden. Dennoch kann man anhand dieser Arbeit sagen, dass der MonoMax-Faden bedenkenlos als Nahtmaterial für Faszienverschlüsse, insbesondere bei Laparoskopien verwendet werden kann. Es müssen jedoch weitere Studien mit einer größeren Anzahl an Patienten, die offen operiert wurden, durchgeführt werden.

Background: The midline laparotomy is a common type of surgery in Germany. It is often used as treatment of liver diseases. Postoperative complications of midline laparotomies include wound infections, perforation and fascial dehiscences. One possibility for reduction of these complications is the choice of the suture material. A recently developed suture material is the

MonoMax. It is characterised by ultra-long-term-absorbable monofilament, high elasticity and flexibility. The aim of this study is to evaluate the potential advantages of the suture material MonoMax in terms of reducing postoperative complications in comparison to the standard suture material.

Methods: This study is a retrospective data analysis, conducted between September 2016 till 2018 at the Department of Surgery Virchow-Klinikum Charité. Patients, who received a partial or complete liver resection, were included and separated in two groups regarding the suture material used during their surgery. The analysed patients' data were compared applying descriptive statistics. Moreover, both groups were investigated, whether they show a significant difference regarding the wound infection and fascial dehiscence.

Results: This study included 49 MonoMax- and 98 Poly-p-dioxanon(PDS)-patients. There was no significant difference in the appearance of wound infections and fascial dehiscences between both groups. Nevertheless, the study showed a significant correlation between wound infections with malignant diseases ($p=0,047$), open surgery ($p=0,003$), and pneumonia ($p=0,000$). Furthermore, a correlation between fascial dehiscence and ascites has been observed ($p=0,015$).

Discussion: No significant differences between MonoMax and PDS were found. However, MonoMax is an appropriate suture material and can be used for midline laparotomy, especially for laparoscopy. It is necessary to conduct further studies, that examine the influence of the suture material on postoperative complications.

2 Einleitung

2.1 Lebertumoren

2.1.1 Genereller Überblick

Jedes Jahr werden europaweit bei über 3,7 Millionen Menschen maligne Tumorerkrankungen neu diagnostiziert [1]. Die Zahl der Patienten, die an ihrer Erkrankung versterben, liegt bei 1,9 Millionen (51%). Danach stellen Tumorerkrankungen die zweithäufigste Todesursache in Europa dar [1].

Anfang 2017 gab das Bundesamt für Statistik eine Übersicht aller Todesursachen bezüglich der deutschen Bevölkerung für das Jahr 2015 heraus [2]. Demnach war eine Lebererkrankung für 2,2% der Männer (n=9964) und 1,1% der Frauen (n=5226) die Todesursache. Von der Gesamtanzahl aller Ursachen machen die Lebererkrankungen jedoch nur 1,6% (n=15.190) aus. In der **Tabelle 1** sind die malignen Tumorerkrankungen der Leber nach ICD (*International Classification of Diseases and Related Health Problems*) dargestellt.

Tabelle 1: Übersicht Todesursachen [2]

Erkrankung	ICD-10	insgesamt	männlich	weiblich
Leberzellkarzinom	C22.0	4416	3327	1089
intrahepatisches Gallengangskarzinom	C22.1	2158	1143	1015
Hepatoblastom	C22.2	3	1	2
Angiosarkom	C22.3	18	8	10
sonstige Sarkome	C22.4	3	2	1
sonstige näher bezeichnete Karzinome	C22.7	19	10	9
bösartige Neubildungen nicht näher bezeichnet	C22.9	1225	740	485

2.1.2 Benigne Lebertumoren

Eine Gruppe der Leberveränderungen stellen die benignen Lebertumoren dar, zu denen die Fokal noduläre Hyperplasie, das Hämangiom, das Leberzelladenom sowie die Zysten als die häufigsten gehören. Heute können Leberumherde durch bildgebende Verfahren frühzeitig entdeckt werden.

Hämangiom

Mit 7% ist das Hämangiom der häufigste benigne Lebertumor. Frauen sind dabei öfter betroffen als Männer [3]. Das Wachstum nimmt unter Einnahme von oralen Kontrazeptiva sowie in der Schwangerschaft zu. Die Rundherde liegen häufig subkapsulär, haben eine Größe von 1-2 Zentimeter (cm) und treten entweder solitär oder multipel auf [4]. Eine Diagnose ist mithilfe von Computertomographie (CT), Magnetresonanztomographie (MRT) sowie Sonographie unter Kontrastmittelzugabe möglich. Dabei wird das „Irisblendenphänomen“ sichtbar, bei dem in der früharteriellen Phase zuerst der periphere Rand des Knotens und nach kurzer Zeit das Zentrum angereichert werden [5]. Hier treten vereinzelt Komplikationen durch Rupturen auf. Eine maligne Entartung ist nicht bekannt. Bei asymptomatischen Hämangiomen von einer Größe unter 5 cm ist ein konservatives Vorgehen möglich. Sobald Symptome durch Größenzunahme auftreten, die Gefahr für Blutungen oder Rupturen besteht oder die Dignität des Hämangioms nicht eindeutig geklärt werden kann, sollte interveniert werden. Diese Intervention kann in Form einer chirurgischen Resektion oder einer angiographischen Embolisation erfolgen. Letzteres wird eher bei multipel auftretenden Hämangiomen angewendet, da Hämangiome zum Teil starke Pseudokapseln ausbilden können. Im Falle einer Irresektabilität wird eine Lebertransplantation durchgeführt [6, 7].

Fokal noduläre Hyperplasie

Die Fokal noduläre Hyperplasie (FNH) ist der zweithäufigste benigne Lebertumor [8, 9] und tritt mit 80% besonders oft bei Frauen zwischen 20 und 50 Jahren auf. Die Einnahme von oralen Kontrazeptiva ist wie beim Hämangiom ursächlich für die FNH. Das Absetzen der Hormontherapie kann zu einer Regression führen. Der Tumor charakterisiert sich durch ein Fehlen der Kapsel, ein solitäres Auftreten, einer Größe von 5-8 cm [4, 8], eine makroskopisch sichtbare zentrale Narbe und das sogenannte „Radspeichenphänomen“. Unter dem „Radspeichenphänomen“ versteht man eine zentrale Arterie, von der radiär weitere kleinere Arterien in die Peripherie abgehen [8]. Diagnostiziert wird die FNH mittels Sonographie, Kontrastmittel-CT und einer Angiographie. Wie bei den Hämangiomen, sind Blutungen, die symptomatische Größenzunahme sowie die unklare Dignität Indikation für eine Therapie. Im Gegensatz zum Hämangiom wird hier bevorzugt eine chirurgische Resektion durchgeführt, da die FNH keine allzu starke Pseudokapsel ausbildet [6, 7]

Leberzelladenom

Das Leberzelladenom ist ein seltener benigner Tumor, der, wie auch die beiden bereits genannten Tumoren, besonders häufig bei Frauen im gebärfähigen Alter auftritt. Auch hier bildet die Einnahme von oralen Kontrazeptiva eine Ursache für das Wachstum [3, 8]. Weitere Risikofaktoren für das Auftreten eines Leberzelladenoms sind Fettleibigkeit und das metabolische Syndrom [8]. Im Gegensatz zur FNH ist das Leberzelladenom bekapselt und tritt in Form von mehreren Knoten unterschiedlicher Größe auf [4]. Da eine bildgebende Diagnose des Leberzelladenoms sehr schwierig ist, wird häufig eine histologische Untersuchung für eine sichere Diagnose herangezogen. Eine Resektion im Falle eines Leberzelladenoms ist besonders wichtig, da es zur Ruptur und malignen Entartung kommen kann [8]. Insbesondere Leberzelladenome mit mutiertem β -Catenin weisen eine erhöhte Entartungstendenz auf. Aufgrund dieser Tatsache stellt die chirurgische Resektion die Therapie der Wahl dar. Nur bei Frauen, die Leberzelladenome von einer Größe unter 5 cm aufweisen, empfiehlt man zuerst das Absetzen der Kontrazeptiva. Sollte es darunter zu keiner Größenminderung kommen, sollten die Adenome chirurgisch reseziert werden [6, 10].

Zysten

Zysten sind flüssigkeitsgefüllte dünnwandige Hohlräume, die sich mittels CT darstellen lassen [5]. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Zyste liegt bei 1%-20%. Zysten treten entweder solitär oder multipel in der Leber auf [3]. Die Ursachen der Zysten unterteilt man in parasitär sowie nicht-parasitär, weshalb immer Echinokokkuszysten als Differentialdiagnose bedacht werden müssen. Diese stellen sich im Unterschied zu der nicht-parasitären als gekammert dar [5]. Zysten benötigen primär keine Therapie. Kommt es jedoch zu Komplikationen wie, Einblutungen, Rupturen, Schmerzen bei Größenzunahme oder Verdrängung des Gallengangsystems, sollte eine Intervention durchgeführt werden. Zum einen kann eine sonographisch- oder CT-gestützte perkutane Aspiration des Zysteninhalts erfolgen. Zum anderen kann die Leberzyste offen oder minimalinvasiv entfernt werden [11].

2.1.3 Maligne Lebertumoren

Hepatozelluläres Karzinom

Das Hepatozelluläre Karzinom (HCC) ist mit 85% der häufigste der primären malignen Lebertumoren und steht somit an fünfter Stelle aller Tumorerkrankungen [12]. Am häufigsten tritt das HCC in Zentralafrika, Südostasien und China auf, wobei Männer häufiger betroffen sind als Frauen [13]. Wie man aus dem Namen ableiten kann, entwickelt sich der Tumor aus

den Hepatozyten. Ursächlich für die maligne Entartung sind verschiedenste Vorerkrankungen wie beispielsweise Virushepatitiden, Nicht-alkoholische Fettleber, Hämochromatose sowie die Aufnahme des Pilzgiftes Aflatoxin und der Alkoholkonsum. [12, 13] dar. Die Therapie des HCC umfasst chirurgische sowie lokale Therapieverfahren. Als Grundlage für die Therapieentscheidung dient häufig die *Barcelona-Clinic-Liver-Cancer-Staging*-Klassifikation (BCLC). Diese teilt das HCC in fünf verschiedene Stadien ein. Je höher das jeweilige Stadium desto fortgeschrittener ist die Erkrankung. Als kurative Therapie werden in frühen Stadien die chirurgische Resektion, die Lebertransplantation sowie die Radiofrequenzablation eingesetzt. Neben dieser Stadieneinteilung muss beachtet werden, ob zusätzlich eine Leberzirrhose vorliegt. Bei einer nicht-zirrhatischen Leber wird in einem frühen Stadium eher eine chirurgische Resektion durchgeführt. In höheren Stadien kommen weitere Techniken, wie die Laser- und Mikrowellenablation, die perkutane Ethanolinjektion sowie die Chemoembolisation (TACE) zum Einsatz. Bei metastasiertem HCC wird eine systemische Chemotherapie mit dem Multikinase-Inhibitor Sorafenib durchgeführt, wobei es hier zu einer Lebensverlängerung von ca. zehn Monaten kommen kann. Zusätzlich werden Patienten in fortgeschrittenen Stadien nach dem *Best-Supportive-Care-Prinzip* behandelt. Zum einen werden hier Schmerzen, Symptome der Nebenerkrankungen als auch Nebenwirkungen der Therapie behandelt. Zum anderen wird den Patienten eine psychische Unterstützung angeboten. Liegt die 5-Jahres-Überlebensrate in früheren Stadien bei 40-70%, so beträgt sie in fortgeschrittenen Stadien 6-12 Monate beziehungsweise (bzw.) im Endstadium weniger als drei Monate [14-16].

Cholangiozelluläres Karzinom

Das Cholangiozelluläre Karzinom (CCC) ist der zweithäufigste primäre maligne Lebertumor und entsteht aus den Zellen des Gallengangsystems. Er wird nach seinem Ursprungsort in intra- sowie extrahepatisch unterschieden. Streng genommen gehört so nur das intrahepatische CCC zu den Lebertumoren [17]. Das Gallengangskarzinom wird nicht wie das HCC durch Virushepatitiden verursacht, kann jedoch ebenfalls durch Aflatoxin entstehen. Weitere Risikofaktoren sind intrahepatische Gallensteine, Parasiten sowie entzündliche Erkrankungen wie die Primär sklerosierende Cholangitis sowie die Colitis ulcerosa [13]. Die primäre Therapie stellt die chirurgische Resektion dar. Jedoch sind nur 30% aller Tumoren operabel und häufig kommt es im Operationsgebiet zu Rezidiven. Fortgeschrittene Tumoren werden mit einer adjuvanten Chemotherapie bestehend aus Cisplatin und Gemcitabin therapiert. Die Prognose für das CCC ist sehr schlecht. So kann man durch die chirurgische Resektion eine Lebensverlängerung von ca. zwei Jahren erreichen. Eine Chemotherapie verlängert das Leben

um circa (ca.) zehn bis elf Monate. Patienten mit einem nicht resektablen CCC haben eine Lebenserwartung von 3-4 Monaten [14, 15].

Metastasen

Lebermetastasen (sekundäre maligne Lebertumoren) sind Absiedlungen von extrahepatischen Primärtumoren und treten noch häufiger als die zuvor genannten primären malignen Lebertumoren auf [18]. Die Primärtumore können dabei hämatogen, lymphogen oder per continuitatem in die Leber streuen. Ihre primäre Lokalisation ist mit absteigender Häufigkeit: Bronchus, Kolon, Pankreas, Mamma, Magen und Urogenitaltrakt. Metastasen sind solide Knoten, die man an ihrem weißen Anschnitt und der nekrotischen Eindellung im Zentrum erkennt [13]. Lebermetastasen können primär chirurgisch reseziert werden, wenn sie bestimmte Kriterien erfüllen. Dazu gehört zum einen, dass sich der Patient in einem ausreichend guten Zustand befindet. Zum anderen muss eine R0-Resektion möglich sein, die Restfunktion der Leber darf nicht weniger als 20-30% betragen und mindestens zwei benachbarte Lebersegmente benötigen eine gute arterielle sowie venöse Versorgung sowie einen biliären Abfluss. Bei nicht operablen Metastasen kann präoperativ ein *Down-Sizing* durchgeführt werden, bei dem durch eine Kombination aus Chemotherapeutika (zum Beispiel (z. B.) 5-Fluorouracil und Folinsäure) eine Größenminderung indiziert wird. Im Falle eines zu geringen Leberrestgewebes kann die Pfortaderembolisation angewendet werden. Durch den Verschluss des Gefäßes kommt es zur Verkleinerung des metastasierten Leberlappens und reaktiv zur Vergrößerung des kontralateralen Lappens. Die 5-Jahres-Überlebensrate nach erfolgter chirurgischer Therapie wird mit 50-70% angegeben [19, 20].

2.2 Leberresektionen

2.2.1 Genereller Überblick

Die heutige Leberchirurgie basiert auf der von Claude Couinaud (1933-2008) entwickelten Segmentlehre der Leber [21]. Die erste erfolgreiche Leberresektion erfolgte 1888 durch Langenbuch [22, 23]. Aufgrund der schwierigen Verhältnisse hinsichtlich der Anästhesie, Pflege und insbesondere der noch nicht ausgereiften chirurgischen Technik wurde der Leberresektion vorerst keine besondere Bedeutung beigemessen. Erst seit den 1980er Jahren wurde diese Operationsmethode wieder populärer [24]. Die heutige Letalität liegt bei weniger als 5% [25].

2.2.2 Anatomie

Lage und Form

Die Grundlage aller Operationen ist die Anatomie der Leber. Dieses Organ ist das zweitgrößte unseres Körpers und liegt im rechten Oberbauch [26]. Die Basis der Leber befindet sich lateral und verläuft nach medial, wo sie in die Apex endet. Die Leberseite, die an das Zwerchfell grenzt und eine konvexe Wölbung aufzeigt, wird als Fascies diaphragmatica bezeichnet. Diese Fascies ist, ausgenommen von der Area nuda, komplett vom Peritoneum überzogen und liegt somit intraperitoneal [27]. Die Area nuda bildet eine dreieckige kranial gelegene Fläche. Begrenzt wird die Area nuda von den Ligamenti triangulare sinister und dextra [26, 27]. Das Ligamentum (Lig.) triangulare sinister endet in der Appendix fibrosa hepatis [27].

Des Weiteren gibt es die Fascia viszeralis, die Baueingeweidefläche [28]. Beide Fascies treffen an der Margo inferior aufeinander, welche auf Höhe der Medioklavikularlinie unterhalb des Rippenbogens liegt [27, 28]. Betrachtet man die Eingeweideseite von kaudal lassen sich die Fissura sagittalis dextra und sinistra erkennen. Erstere wird von der kaudal liegenden Gallenblase und der kranial liegenden Vena cava inferior gebildet. Beide Strukturen trennen gleichzeitig den rechten Leberlappen vom Lobus quadratus und Lobus caudatus. [27, 28]. Die Fissura ligamenti teretis (Ligamentum teres hepatis) und die Fissura ligamenti venosi (Ligamentum venosum) stellen als Einheit die Fissura sagittalis sinistra dar. Mittig der Fissuren liegt eine Querverbindung, die Porta hepatis. Diese beinhaltet die Vena portae, die Arteria hepatica propria und die Ducti hepatici. Die Fascies viszeralis liegt, abgesehen von der Porta hepatis, intraperitoneal [28]. Aus dem Namen „Baueingeweidefläche“ kann man schließen, dass diese Fläche an diverse Organe grenzt. So hat der rechte Leberlappen der Fascies viszeralis Kontakt zur Pars superior und descendens duodeni, zur Flexura coli dextra sowie zur rechten Niere und Nebenniere. Der linke Leberlappen berührt den Magen (Antrum) sowie den Ösophagus am Vestibulum cardiacum [27, 28]. Da das Gewebe der Leber sehr weich ist, hinterlassen alle genannten Organe Berührungsfelder, sogenannte Impressionen.

Fissuren und Bänder [27, 28]

Lig. falciforme: Dieses Band verläuft ventral und unterteilt die Leber morphologisch in den linken und rechten Leberlappen. Das Ligamentum falciforme stammt aus dem ventralen Mesogastricum und verläuft bis zum Nabel. Kranial geht es in das Ligamentum coronarium über. Der untere Rand enthält das Ligamentum teres hepatis.

Lig. venosus: Dieses Band ist ein Teil der Fissura sagittalis sinistra und trennt den linken Leberlappen vom Lobus caudatus. Außerdem enthält es den obliterierten Ductus venosus, der für die Blutversorgung des Embryos eine wichtige Rolle spielt.

Lig. teres hepatis: Wie das letzte Ligamentum bildet auch dieses ein Teil der Fissura sagittalis sinistra. Es trennt zudem den linken Leberlappen vom Lobus quadratus. Das Ligamentum teres hepatis ist Teil des Ligamentum falciforme und entstand aus der Vena umbilicalis.

Lig. coronarium: Diese Ligamenti bilden beidseits die Umschlagsfalten des viszeralen auf das parietale Peritoneum. Seitlich läuft das Ligamentum in das Ligamentum triangulare dexter bzw. sinister aus. Somit umrahmen sie die Area nuda. Nach ventral vereinigen sich beide Ligamenti zum Ligamentum falciforme.

Lig. hepatoduodenale: Es stellt ein Teil des Omentum minus dar und verbindet die Leber mit dem Duodenum. Zudem enthält es die Vena portae, die Arteria hepatica propria und den Ductus choledochus.

Lig. hepatogastricum: Dieser Teil des Omentum minus verläuft zwischen der kleinen Kuvertur des Magens und der Leber. Außerdem bildet es die ventrale Begrenzung der Bursa omentalis.

Lappen der Leber

Die Leber ist in vier Lappen unterteilt, die von außen gut erkennbar sind. Der Lobus hepatis dexter stellt den größten Lappen dar. Die anderen drei Lappen sind der Lobus hepatis sinister, der Lobus quadratus sowie der Lobus caudatus [27]. Die anatomische Unterteilung in die beiden großen Lappen Lobus hepatis dexter und sinister beruht auf dem Ligamentum falciforme [27, 29]. Sowohl der Lobus caudatus als auch der Lobus quadratus sind beide gut von dorsokaudal sichtbar. Dabei liegt der Lobus caudatus über dem Lobus quadratus. Beide Strukturen werden durch die Leberpforte getrennt [30].

Segmente der Leber

Wie schon im einleitenden Absatz geschrieben, basiert die Leberresektion auf der funktionellen Einteilung in acht Segmente. Diese Segmente sind nicht wie bei den im Absatz zuvor beschriebenen Lappen makroskopisch sichtbar und basieren auf der Entwicklung von Claude Couinaud. Das Grundprinzip der Lebersegmentierung beruht auf den zahlreichen Strukturen, die in der Leber verlaufen. Zum einen gibt es die portalen Trias. Diese bestehen aus drei Anteilen: Ducti choledochi, Äste der Vena portae sowie Äste der Arteria hepatica propria. Diese drei Strukturen verlaufen im Zentrum jedes Segments. Die Gallengänge nehmen die von den Hepatozyten produzierte Gallenflüssigkeit auf und transportieren sie von den kleinen Ducti in

die beiden Hauptäste Ductus hepatis dexter und sinister, die dann an der Leberpforte austreten und sich zum Ductus hepatis communis vereinigen. Die Vena porta zieht ebenfalls durch die Leberpforte in die Leber hinein und führt dabei venöses Blut aus Milz und anderen Verdauungsorganen. Die Arteria hepatica propria entspringt aus dem Truncus coelicus und ist für die Versorgung der Leber zuständig. Neben der portalen Trias gibt es noch drei Venae hepaticae, die mit dem Zusatz dextra, sinistra und intermedia betitelt werden. Diese leiten das venöse Blut in die Vena cava inferior und stellen gleichzeitig die Grenzen jedes Segments dar [27, 31]. Anders als bei der morphologischen werden bei der funktionellen Einteilung die rechte und linke Leberhälfte nicht durch das Ligamentum falciforme, sondern durch die Cantlie-Linie separiert. Die Cantlie-Linie ist eine gedachte Linie, die die Vena Cava inferior mit dem Gallenblasenbett verbindet [32]. In dieser Ebene liegt die Vena hepatica intermedia. Im linken Lobus sind die Segmente I, II, III, IVa und IVb lokalisiert, wobei das erste Segment den Lobus caudatus und das vierte Segmente den Lobus quadratus mit einem kranialen (a) und einem kaudalen (b) Anteil darstellen. Im rechten Leberlappen finden sich die Segmente V-VIII. Diese Einteilung unterscheidet sich zusätzlich von der morphologischen Einteilung hinsichtlich ihrer Versorgung. So werden die Segmente I-IV von den linken und die Segmente V-VIII von den rechten Ästen der portalen Trias versorgt [31]. Die weitere Differenzierung der Segmente lässt sich anhand von zwei Strukturen erklären. Zum einen kann man die Segmente in eine obere (II, IVa, VII, VIII) und eine untere Hälfte (III, IVb, V, VI,) teilen. Die Leitstruktur bildet dafür die Vena portae, die sich in der Leber in einen rechten und linken Ast aufteilt und somit eine horizontale Trennlinie formt [5]. Zum anderen wird die Leber durch die drei senkrecht verlaufenden Lebervenen in vier Sektoren separiert. Von medial nach lateral entstehen so das Segmentum laterale, mediale, anterius sowie posterius. Die linke Lebervene teilt die links liegenden Segmente II und III, die gleichzeitig auch den anatomisch linken Leberlappen darstellen, von den Segmenten IVa sowie IVb. Die intermediale Lebervene ist die Grenze für die Segmente IVa und IVb zu V und VIII. Die restlichen Segmente VI und VII haben die rechte Lebervene als Grenze zu V und VIII [31, 32].

2.2.3 Einteilung der Leberresektion

Leberresektionen werden heutzutage in typisch und atypisch untergliedert. Resektionen, die sich anhand der Segmente mit den dazugehörigen portalen Trias sowie dem venösen Abstrom zur Vena cava inferior orientieren, werden zu den typischen, oder auch anatomischen, Resektionen gezählt [25, 33]. Anders verhält es sich bei den atypischen bzw. den nicht-anatomischen Resektionen, bei denen die Segmente hinsichtlich der Resektion nicht bedeutsam

sind. Hier spielt die Lage der Veränderung die zentrale Rolle [25]. Diese Methode wird z. B. bei Metastasen, gutartigen oder auch bei schwer erreichbaren Tumoren verwendet.

2.2.4 Major- und Minor-Resektion

Auf Basis der Anzahl von Segmenten, die bei einer Resektion entfernt werden, werden Major- und Minor-Resektionen unterschieden. Bei einer Minor-Operation werden zwei oder weniger Segmente entfernt (Segment/ Bisegmentresektion/ links laterale Segmentresektion) [34], wohingegen Major- bedeutet, dass entweder drei [34] bzw. vier [35] oder mehr Segmente entfernt werden. Einige Autoren zählen jedoch bereits die Resektion von zwei Segmenten zu den Major-Operationen [35]. Zu den Major-Operationen gehören die linke und rechte Hemihepatektomie sowie die erweiterte linke und rechte Hepatektomie/ Lobektomie sowie die Trisektorektomie [24].

Hemihepatektomie

Bei der rechten Hepatektomie werden die Segmente V-VIII und bei der linken die Segmente II-IV entfernt [22, 29, 33].

Erweiterte Hemihepatektomie

Neben den Segmenten V-VIII werden bei der erweiterten rechten Hepatektomie zusätzlich die Segmente IVa und IVb entfernt. Diese liegen medial, rechts vom Ligamentum falciforme. Bei einer links erweiterten Hepatektomie werden außerdem das Segment V sowie VIII reseziert [22, 33, 36]. Bei einer Trisektorektomie erfolgt zusätzlich die Resektion des Segments I (Lobus caudatus) [37].

Links laterale Segmentresektion

Die Lobektomie links beinhaltet eine Resektion der Segmente II und III [22, 33].

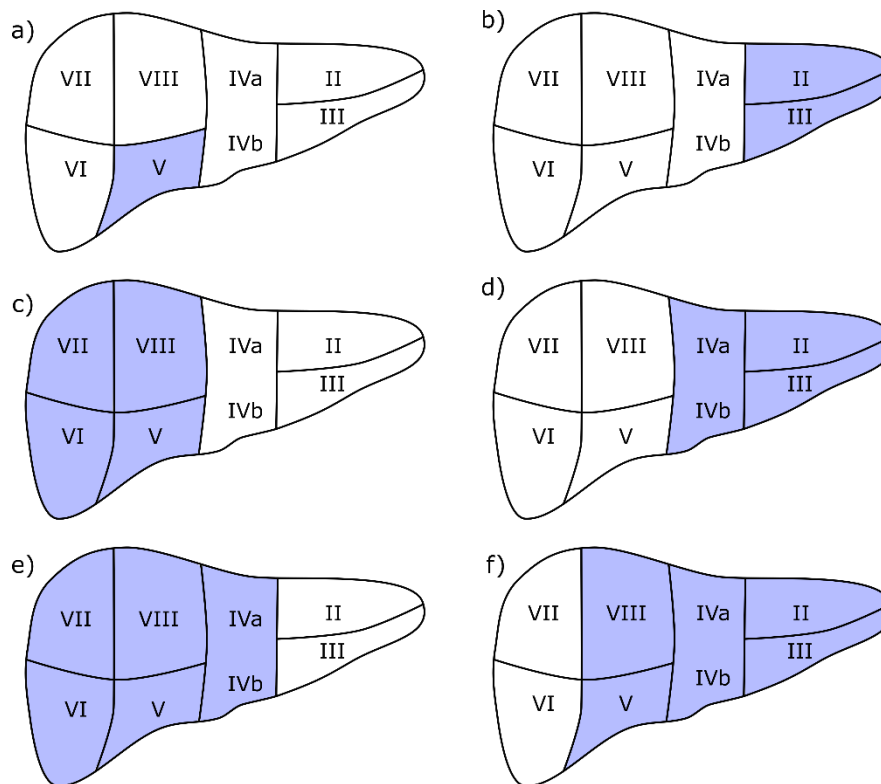


Abbildung 1: Übersicht Leberresektionen a) Segmentresektion, b) links laterale Segmentresektion, c) rechte Hemihepatektomie, d) linke Hemihepatektomie, e) erweiterte Hemihepatektomie rechts, f) erweiterte Hemihepatektomie links (eigene Darstellung)

2.3 Schnittführung

2.3.1 Offene Resektion

Die Vorbereitung des Patienten im Operationssaal schließt dessen Lagerung mit ein. Dafür wird der Patient in Rückenlage überstreckt und der rechte Arm ausgelagert [36, 38, 39]. Je nach Größe des zu entfernenden Tumors wird der Schnitt gesetzt.

L-Form/ J-Form: Dieser Schnitt gilt als Standard für die Leberresektion. Dafür wird ein rechtsseitiger subcostaler Rippenbogenrandschnitt durchgeführt. Dieser wird in der Mittellinie nach kranial bis zum Xiphoid verlängert [36, 38, 40].

Mercedes-Form: Die Mercedes-Form wird im Rahmen von größeren Leberoperationen angewendet, wie z. B. im Rahmen der Lebertransplantation oder bei linksseitigen Tumoren. Hier erfolgt zusätzlich zur L-Form ein linksseitiger subcostaler Schnitt [36, 38, 40].

Mediane Längsinzision: Die mediane Laparotomie wird bei kleineren Resektionen am linken Leberlappen durchgeführt. Dieser Schnitt wird vom Xiphoid bis zum Nabel gesetzt und kann nach kaudal erweitert werden. Rechtsseitige Lebertumoren werden durch ihn allerdings eher schlecht erreicht [36, 38].

2.3.2 Laparoskopische Resektion

Die Laparoskopie stellt in der Leberchirurgie mittlerweile ein etabliertes Verfahren für geplante Leberresektion dar. Im Louisville Statement von 2008 werden drei mögliche Verfahren unterschieden. Das erste ist eine reine Laparoskopie, das zweite kann handassistiert (HALS) und das letzte hybridunterstützt durchgeführt werden [41]. Allen gemeinsam ist, dass die Laparoskopie in Rückenlagerung erfolgt. In der sogenannten französischen Lagerung werden der Oberkörper zirka 25° aufgerichtet und die Arme am Körper gelagert [42, 43]. Je nachdem an welcher Seite die Leberoperation erfolgt, wird der Körper um 10-20° auf die Gegenseite gekippt [42]. Intraoperativ wird standardisiert ein Ultraschall durchgeführt, um sich anhand der anatomischen Strukturen orientieren als auch die Tumorgröße und eventuelle Metastasen erkennen zu können [44]. Die reine Leberlaparoskopie lässt sich noch einmal in die *Single-incision Laparoscopic Hepatectomy* (SILH) und in die *Multi-incision Laparoscopic Hepatectomy* (MILH) einteilen. Die MILH ist das herkömmliche Verfahren, bei dem zuerst ein Pneumoperitoneum mit einem Druck von 12-15 mmHg angelegt wird. Dies kann mittels einer Verres-Kanüle oder eines offenen Zugangs geschehen [45]. Die Kamera wird umbilikal eingebracht. Anschließend werden weitere drei bis vier Trokare eingeführt, deren Lage je nach Ausmaß und Art der Resektion variieren kann [42, 44]. Prinzipiell lässt sich die Anordnung der Trokare als halbmondförmig unterhalb des rechten Rippenbogens beschreiben [46]. Das Resektat wird anschließend entweder umbilikal oder über einen horizontalen suprapubischen Schnitt geborgen [44]. Bei der SILH wird dagegen nur ein Port mit mehreren Zugängen eingebracht. Es gibt verschiedene Portsysteme. Einer davon ist der SILS-Port [45]. Dafür wird subumbilikal ein 2 cm langer vertikaler Schnitt gesetzt. Danach wird ein hantelförmiger Port über den Schnitt in die Bauchhöhle eingeführt, wobei der obere und untere Rand des Ports breiter werden und somit den Port an der Oberfläche verankern [45]. Über diesen Port kann man drei Trokare einführen. Die Bergeinzision erfolgt hier über den ca. 5 cm großen subumbilikalen Hautschnitt [44]. Bei der handassistierten Laparoskopie wird neben den Ports für die Arbeitstrokare und der Kamera noch ein Port eingesetzt, über den eine Hand in die Bauchhöhle eingeführt wird. Die Hand kann die Laparoskopie unterstützen, indem sie die Leber mobilisiert und somit umliegendes Parenchym bei der Resektion schützt. Das hybridunterstützte Verfahren nutzt die Laparoskopie zur Mobilisierung der Leber. Die eigentliche Resektion wird dann mittels Minilaparotomie durchgeführt [47].

2.4 Nahtmaterial zum Faszienverschluss

In Deutschland ist die mediane Laparotomie eines der häufigsten Operationsverfahren. Oberstes Ziel ist es dabei, nicht nur die akute Krankheit zu behandeln, sondern auch einen langfristigen Erfolg zu erzielen. Zum langfristigen Erfolg einer Operation gehört auch die Vermeidung von Komplikationen, wie Narbenhernien, Platzbäuche und Infektionen. Die Inzidenz einer Bauchwandhernie liegt bei 9-20% innerhalb des ersten Jahres, wobei 52% in den ersten sechs Monaten, 68% innerhalb eines Jahres und 79% innerhalb der ersten beiden Jahre postoperativ auftreten [48, 49]. Eine Möglichkeit das Risiko für postoperative Komplikationen zu verringern, stellt die Wahl des Nahtmaterials dar.

2.4.1 Poly-p-dioxanon (PDS-Schlinge)

Postoperative Infektionen, sogenannte Surgical Site Infections (SSI) sind bekannte Komplikationen der Chirurgie. Sie machen 14% der nosokomialen Infektionen aus und treten bei 12-16% der abdominalen Laparotomien auf [50]. Das ausgewählte Nahtmaterial erweist sich dabei als eine mögliche Eintrittspforte für Erreger. Um die Infektionsraten so gering wie möglich zu halten, wird das heutzutage verwendete Nahtmaterial mit einer antibakteriellen Substanz beschichtet. Eine dieser Substanzen ist Triclosan (2,4,4-trichloro-2-hydroxydiphenylether). Triclosan zeigte in verschiedenen Studien sowohl eine verringerte Bakterienkolonisation als auch ein verringertes Wachstum von sowohl grampositiven als auch gramnegativen Bakterien, indem es die Fettsäuresynthese hemmt [51]. Zum Verschluss von abdominalen Faszien steht verschiedenes Nahtmaterial zur Verfügung. Eines davon ist PDS (Poly-p-dioxanon). Dieser synthetisierte Faden bestehend aus einer einzigen Faser (monofil) ist langsam resorbierbar. Die Resorptionszeit liegt bei ca. 180-240 Tagen. Nach etwa 42 Tagen verbleiben noch 60% seiner Reißfestigkeit, welche nach 70 Tagen nicht mehr vorhanden ist. Es gibt zwei unterschiedliche Typen von PDS-Schlingen. PDS Plus wird hauptsächlich für die Adaption von Weichteilgeweben, z.B. Bauchwandverschluss und Darmanastomosen, verwendet. Außerdem kommt es in der Herz- und Gefäßchirurgie sowie Augenheilkunde zum Einsatz. Es ist zudem mit Triclosan beschichtet. Neben PDS Plus gibt es noch PDS II, welches bis auf den fehlenden Triclosanüberzug mit PDS Plus identisch ist [52]. Für den Faszienverschluss werden PDS II und PDS Plus häufig in der Stärke USP 1/0 verwendet [53].

2.4.2 Vicryl

Ein weiteres häufig verwendetes Nahtmaterial ist der Vicryl-Faden (Polyglactin 910). Von diesem Faden stehen drei verschiedene Sorten zur Verfügung: Vicryl, Vicryl Plus sowie Vicryl Rapide. Die ersten beiden werden hauptsächlich bei Operationen an Uterus, Magen und Darm sowie zum allgemeinen Wundverschluss verwendet und sind nach ca. 56-70 Tagen vollständig resorbiert. Die Reißfestigkeit ist nach 21 Tagen auf 50% reduziert und liegt nach 35 Tagen bei 0%. Vicryl Rapide findet seinen Nutzen in der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, bei gynäkologischen Operationen, wie Episiotomien, allgemeinen Hautverschlüssen und schnell heilenden Wunden, und hat eine Resorptionszeit von 42 Tagen. Die verbleibende Reißfestigkeit beträgt nach 5 Tagen noch 50% und nach 12 Tagen 0% [52]. Alle drei Fäden sind synthetisch hergestellt, polyfil sowie resorbierbar. Anhand des Namens lässt sich ein weiterer Unterschied erkennen. Vicryl Plus ist mit Triclosan, Vicryl Rapide mit Polyglactin 370 und Calciumstearat beschichtet [54]. Zum Verschluss der Faszie wird häufig die Stärke USP 1/0 genutzt [55].

2.4.3 MonoMax

Der neu entwickelte Faden MonoMax ist wie der PDS-Faden monofil, wird langsam resorbiert und synthetisch aus Poly-4-Hydroxybutyrat hergestellt. MonoMax unterscheidet sich von den zuvor genannten Fäden in der Hinsicht, dass er aufgrund seiner ultralangen Reißfestigkeit besonders für Faszienverschlüsse der Bauchdecke sowie für Hernien geeignet scheint [56]. Die verbleibende Reißfestigkeit an verschiedenen Tagen postoperativ ist in **Tabelle 2** zusammengefasst. Die gewählte Stärke zum Faszienverschluss liegt bei USP 1/0 [57].

Tabelle 2: MonoMax Reißfestigkeit und Faszienstärke im Verlauf [56, 58]

Tag nach der Implantation	verbleibende Reißkraft	Faszienstärke
1.Tag	100%	
14. Tag	100%	
28. Tag	90%	
84. Tag	60%	60 Tage rund 40%
90. Tag	50%	
112. Tag	40%	
140. Tag	25%	270 Tage rund 70 %
390. Tag	resorbiert	

Verschiedene Studien untersuchten bereits welche Nahtmaterialeigenschaften vorhanden sein müssen, um eine Komplikationsminimierung nach medianen Laparotomien zu erreichen. Als Ergebnis konnte bestätigt werden, dass langsam resorbiertes, monofiles und elastisches Nahtmaterial, welches die Wunde in einer durchgängigen Naht verschließt, Vorteile bezüglich der genannten Komplikationen zeigt [49]. Zum einen wird die Bauchwand, welche täglich einer hohen mechanischen Belastung ausgesetzt ist, durch das elastische Material lange unterstützt. Zum anderen erhöht die langsame Resorptionszeit des Nahtmaterials Festigkeit und Stabilität der wiederhergestellten Faszien. Monofile Fäden führen zu verminderter Kolonisation von Bakterien und senken somit die Infektionsrate [57]. MonoMax soll die postoperativen Komplikationen minimieren, indem es die vorab genannten Eigenschaften erfüllt. Das MonoMax-Nahtmaterial besitzt im Gegensatz zum PDS- und Vicryl-Faden also eine fast doppelt so lange Reißfestigkeit, ist aber nicht wie PDS Plus oder Vicryl Plus beschichtet. Der Hersteller Braun wirbt ebenfalls damit, dass MonoMax deutlich elastischer als die bisher genannten Fäden sei. Dies soll den Vorteil haben, dass gerade im Alltag sehr beanspruchtes Gewebe, wie die Bauchdecke, womöglich ein geringeres Risiko haben Hernien oder Platzbäuche zu entwickeln [56, 58].

2.5 Postoperative Komplikationen

Nach einer Leberresektion kann es zu postoperativen Komplikationen kommen. Zu den häufigsten gehören die Wundinfektion, die Narbenhernie sowie die Fasziendehiszenz, auf die noch einmal ausführlicher eingegangen wird. Daneben gibt es zahlreiche weitere Komplikationen. Eine bildet die Pneumonie, die meist nach 3-5 Tagen (d) auftritt. Ursächlich können eine lange Liegedauer sowie ein verminderter Hustenstoß, aufgrund der postoperativen Schmerzen, sein. Des Weiteren zählen Pleuraergüsse, Aszites, subphrenische Infektionen sowie intraperitoneale Blutungen zu den Komplikationen. Ein Galleleck tritt in 4-17% der Fälle auf. Die gravierendste Komplikation stellt das Leberversagen mit einer Inzidenz von 0,7-33,8% dar. Besondere Umstände, wie eine zu geringe Leberrestfunktion, eine aktive Hepatitis sowie ein hoher intraoperativer Blutverlust, können das Auftreten des Leberversagens begünstigen [59].

2.5.1 Wundinfektion

Postoperative Wundinfektionen treten bei 5% der Patienten unter einer chirurgischen Maßnahme auf und sind somit nach der Pneumonie und der Harnwegsinfektion die dritthäufigste nosokomiale Infektion [60, 61]. Bei Laparotomien beträgt die

Wahrscheinlichkeit, innerhalb der ersten 30 Tage eine Wundinfektion zu erleiden, 3-19% [57]. Die häufigsten Erreger sind dabei die Staphylokokken (S.) vertreten durch den S. aureus. Der multiresistente Staphylokokkus aureus (MRSA)-Anteil ist je nach Fachgebiet unterschiedlich. Des Weiteren treten besonders in der Allgemein- und Viszeralchirurgie vermehrt Escherichia coli (E. coli), Enterokokken sowie Enterobacter auf. Neben Bakterien kommen auch Pilze wie Candida vor [61]. Derartige Infektionen induzieren weitere Komplikationen. So kann es zu einer Fasziendehiszenz oder Ausbreitung der Infektion in tieferliegende Strukturen kommen, die wiederum eine erneute Operation notwendig machen. Die erforderlichen medizinischen Maßnahmen, um die Infektion zu begrenzen sowie die sich daraus ergebende verlängerte Liegedauer des Patienten führen zu zusätzlichen Kosten. Darüber hinaus bedingt die Immobilität und Schwächung des Immunsystems eine erhöhte Morbidität sowie Mortalität [60, 62]. Neben einer unzureichenden Desinfektion oder einer Kontamination des Operationsmaterials, spielen besonders die Bauchdeckenverschluss technik sowie das Nahtmaterial eine wichtige Rolle [63]. Ein Ansatzpunkt, um die Infektionsrate einzuschränken, stellt die richtige Auswahl des Materials dar, um die Bauchdecke zu verschließen. Wie schon in einem oberen Absatz beschrieben, hat man herausgefunden, dass eine durchgängige Naht mit einem monofilen und langsam absorbierbaren Nahtmaterial eine gute Voraussetzung zur Einschränkung der Infektionen darstelle [49]. Die Beschichtung des Fadens z. B. mit Triclosan senkt zudem die Kolonisation und das Wachstum der Bakterien entlang des Fadens [51].

2.5.2 Platzbauch

Ein Platzbauch, auch Faszien dehiszenz, ist das Auseinanderweichen der Bauchwandschichten sowie des Peritoneums nach einer Operation [64]. Im Rahmen von medianen Laparotomien tritt die Bauchwanddehiszenz bei 1-3% der Patienten häufig zwischen dem sechsten und zwölften Tag postoperativ auf [57, 65]. Man muss jedoch unterscheiden, ob eine partielle oder komplette Bauchwandruptur vorliegt. Bei der partiellen Dehiszenz weichen mehrere Bauchwandschichten auseinander. Das Peritoneum und die darunter liegenden Hüllen bleiben dabei jedoch erhalten. Anders verhält es sich bei der kompletten Bauchwandruptur, bei der alle Schichten auseinanderweichen [66]. Die Faszien dehiszenz tritt bei Männern häufiger auf und endet in 25% der Fälle letal [64]. Prädiktive Faktoren für das Auftreten eines Platzbauches können in zwei Gruppen eingeteilt werden. Zum einen gibt es die allgemeinen Faktoren, also all diejenige, die den Patienten betreffen. Man fand heraus, dass besonders ältere Patienten mit einem *Body-Mass-Index* (BMI) $>30 \text{ kg/m}^2$ häufig betroffen waren. Des Weiteren kann eine Anämie sowie ein Diabetes mellitus zu einer schlechteren Wunddurchblutung und somit zu einer schlechteren

Wundheilung führen, woraus sich eine mögliche Wunddehiszenz folgert. Andere Faktoren sind die Hypoproteinämie, die Hyperurikämie, der Iktuerus sowie die diversen Therapien mit Glukokortikoiden, Strahlen- oder Chemotherapie. Zum anderen hängt die Entwicklung von den chirurgischen Faktoren ab. Dabei kann das Entstehen eines Platzbauches von der Schnittführung, vom Nahtmaterial, der Nahttechnik, einschließlich des zu straffen Nähens sowie von Wundnekrosen abhängen. Häufig ist es eine Kombination mehrerer Faktoren, die zu der Komplikation Platzbauch führt [64-66].

2.5.3 Narbenhernie

Bei einer Bauchwandhernie tritt Baucheingeweide, das noch vom Peritoneum umgeben wird, durch eine Schwachstelle der Bauchwand nach außen. Das Peritoneum wird dabei als Bruchsack und die Schwachstelle als Bruchpforte bezeichnet. Im Falle einer Narbenhernie stellt der Schnittverlauf und die daraus entstehende Narbe den Verlauf der Schwachstelle dar. Narbenhernien treten mit 10-15% am häufigsten im Rahmen einer medianen Laparotomie auf [63]. Nach einem Jahr postoperativ sind 9-20% der Patienten von einer Narbenhernie betroffen [57]. Die häufigsten Risikofaktoren sind Adipositas, Nikotinkonsum sowie weitere Komorbiditäten. Außerdem treten Narbenhernien eher bei älteren Patienten auf [67, 68]. Eine Möglichkeit, die Rate der Narbenhernien zu minimieren, stellen wieder die Nahttechnik sowie das verwendete Nahtmaterial dar. Es konnte gezeigt werden, dass die Faszie nach einem Jahr postoperativ nur 70% ihrer Ursprungsstabilität und –elastizität wiederherstellen kann. Daher ist es unabdingbar, dass die Faszie langfristig unterstützt wird. Wie auch in den vorherigen Abschnitten beschrieben, wurde auch bei der Narbenhernie eine durchgängige Verschlusstechnik mittels eines langsam resorbierbaren Fadens empfohlen [57].

2.6 Fragestellung

Ziel dieser Studie war es, herauszufinden, inwieweit das Nahtmaterial unter besonderer Berücksichtigung des neu entwickelten MonoMax-Fadens einen Einfluss auf postoperative Komplikationen bei Leberresektionen darstellt.

1. Können Laparotomien bei offenen Leberoperationen sicher mit dem MonoMax-Faden verschlossen werden?
2. Bestehen Unterschiede zum Faszienverschluss mit der PDS-Schlinge hinsichtlich des Auftretens von Wundinfekten und Faziendehiszenzen?

3. Können Bergeinzisionen bei laparoskopischen Leberoperationen sicher mit dem MonoMax-Faden verschlossen werden?
4. Welche Risikofaktoren für die Entstehung von Wundinfektionen und Faziendehiszenzen gibt es?

3 Material und Methodik

3.1 Patientenkollektiv

Die Studie ist eine retrospektive Datenanalyse von Patienten, die im Zeitraum von Januar 2014 bis Dezember 2017 in der Chirurgischen Klinik Campus Charité Virchow-Klinikum offen oder laparoskopisch eine Teil- oder komplette Leberresektion erhielten. In dem genannten Zeitraum wurden insgesamt 586 Patienten an der Leber operiert. Diese Patienten wurden mittels SAP für Windows, Version 6.5 (SAP SE, Walldorf, Deutschland) ermittelt. Die Analyse der Patientendaten sowie klinischer Variablen erfolgte zwischen September 2016 bis Anfang 2018 anhand von Arztbriefen sowie Operationsberichten. Es wurden dabei alle mit MonoMax operierten Patienten identifiziert. Unter Berücksichtigung der Ein- und Ausschlusskriterien sowie mit der Voraussetzung, dass die postoperativen Komplikationen vollständig vorhanden waren, wurden jedem MonoMax-Patienten je zwei PDS-Patienten zugeordnet. Kriterien für die Zuordnung waren Geschlecht, Alter sowie das Ausmaß der Leberresektion (z. B. Segmentresektion, Hemihepatektomie). Eine Zuteilung hinsichtlich der Operationsmethode (offen und laparoskopisch) war aufgrund der geringen Anzahl an offen operierten Patienten mit MonoMax-Faszienverschluss jedoch nicht möglich. Eine Zustimmung der Ethikkommission mit der Antragsnummer (EA1/168/16) lag vor Studienbeginn vor.

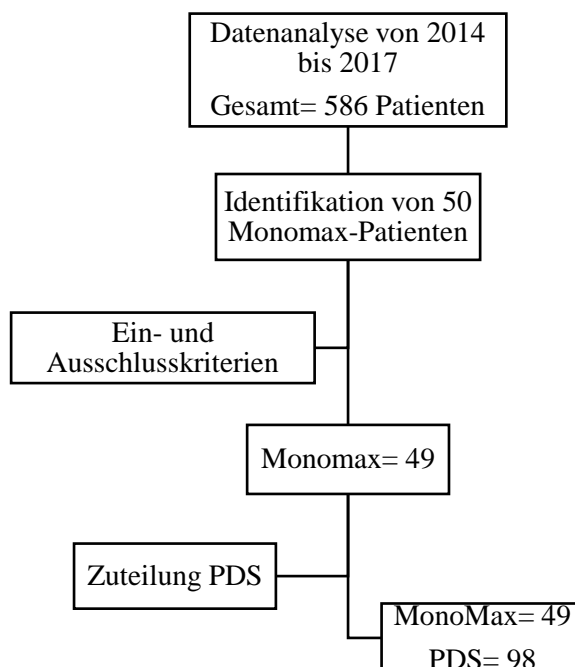


Abbildung 2: Verlauf Ein- und Ausschluss der Patienten

3.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Für die Rekrutierung der Patienten wurden folgende Ein- und Ausschlusskriterien festgelegt:

Einschlusskriterien

- Alter \geq 18 Jahre
- Geschlecht: männlich und weiblich
- Offene chirurgische und laparoskopische Verfahren
- Benigne und maligne Erkrankungen
- MonoMax- und PDS-Nahtmaterial
- Vollständige postoperative Daten

Ausschlusskriterien

- Alter <18 Jahre
- Nichtzutreffende Einschlusskriterien

3.3 Patientenmerkmale

Die Einteilung der zu untersuchenden Daten erfolgte nach dem Nahtmaterial MonoMax (n=49) und PDS (n=98). Für die weitere Charakterisierung der Patienten wurden folgende Parameter aufgenommen: Alter, Geschlecht, Diagnose, Resektionsgröße (z. B. Segmentresektion, Hemihepatektomie), Operationsmethode (offen, laparoskopisch, HALS), BMI und die Einteilung in den *American Society of Anesthesiologists*-Score (ASA). Die verschiedenen Operationsmethoden sowie deren Durchführung wurden in der Einleitung beschrieben. Für jeden Patienten wurden außerdem die Risikofaktoren ermittelt: Hypertonie, Koronare Herzkrankheit (KHK), Chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD), Vor-Operationen (insbesondere abdominell), Diabetes mellitus sowie weitere Vorerkrankungen. Postoperativ wurden die Patienten hinsichtlich Narbenhernien, Platzbauch, Harnwegsinfektion (HWI), pulmonaler Komplikationen wie Pleuraergüsse, Pneumonien, Leberabszesse, Flüssigkeitsverhalte wie Aszites, Galleleck, CT-Drainage und Wundinfektion, untersucht. Anhand dieser postoperativen Komplikationen konnte der Clavien-Dindo-Score für den jeweiligen Patienten errechnet werden. Dieser Score beschreibt den postoperativen Verlauf mit eventuell notwendigen Interventionen. Grob unterscheidet der Clavien-Dindo-Score Minor- und Major-Komplikationen. Den Minor-Komplikationen werden die Stadien 1-3a und den

Major-Komplikationen die Stadien 3b-5 zugeordnet [69]. Eine ausführlichere Einteilung und Beschreibung des Scores können im Anhang nachvollzogen werden (**Tabelle 18**). Zudem wurden die Aufenthaltsdauer, die Tage auf der Intensivstation und die OP-Dauer eruiert.

Zur Erfassung der postoperativen Komplikationen und weiteren Studiencharakteristika dienten die endgültigen Arzt- und Verlegungsbriefe der Intensivstation (ITS) sowie die elektronische Verlaufsdokumentation.

3.4 Statistische Methoden

Als Grundlage der Analyse der Patientenmerkmale wurde das SAP-Programm der Charité genutzt. Aus Entlassungsbriefen, OP-Berichten sowie Verlegungsbriefen wurden die Daten erarbeitet und in Form von Tabellen archiviert. Dazu diente das Programm Microsoft Excel für Windows, Version 2016 (Microsoft Corporation, Seattle, USA). Die gesammelten Daten wurden danach in das Statistik- und Analyse-Programm IBM SPSS für Windows, Version 25 (IBM, Armonk, USA) übertragen.

Die folgende beschriebene angewandte Statistik wurde zum einen auf die Gesamtkohorte und zum anderen auf die Subgruppe angewandt, die nur laparoskopisch operiert wurde. Für die Beschreibung der beiden Gruppen wurde zuerst eine deskriptive Statistik mittels absoluter und relativer Häufigkeit, Minimum, Maximum, arithmetischem Mittel sowie Median erstellt. Für die Auswertung hinsichtlich eines signifikanten Zusammenhangs innerhalb der Gesamtkohorte und den laparoskopischen Operationen wurde der Mann-Whitney-U-Test für nicht verbundene Stichproben angewandt [70]. Außerdem wurden mithilfe von Kreuztabellen, dem Chi-Quadrat-Test und dem Fisher-Exakt-Test kategoriale Variablen korreliert und auf Signifikanz überprüft. Als Signifikanzniveau der verwendeten statistischen Tests wurde ein p-Wert kleiner als 0,05 gesetzt. Bei einer Stichprobengröße <20 oder einer erwarteten Zelhäufigkeit von unter fünf wurde der Fisher-Exakt-Test verwendet. Wenn eine Signifikanz gesehen wurde, wurde die Stärke mit dem Cramers-V-Test überprüft. Als Grenzwert für eine starke Signifikanz wurde 0,30 festgelegt. Des Weiteren wurde der Einfluss verschiedener Variablen auf den Wundinfekt mittels Regression bestimmt. Dafür wurde als Zielgröße der Wundinfekt gesetzt. Die zu untersuchenden Variablen waren Alter, Resektionsart, BMI, Geschlecht, Diabetes mellitus sowie das Nahtmaterial. Da für die Verwendung der linearen Regression die Zielgröße als metrisch vorausgesetzt wird, wurde die logistische Regression verwendet, die eine binäre Zielgröße voraussetzt. Zuerst wurde anhand des Chi-Quadrat-Tests geprüft, ob das Regressionsmodell signifikant war. Sollte sich eine Signifikanz zeigen, so wurde die Analyse

fortgesetzt, indem die Regressionskoeffizienten Beta der einzelnen Variablen auf Signifikanz überprüft wurden. Das Signifikanzniveau betrug auch hier kleiner als 0,05. War eine Signifikanz der Koeffizienten sichtbar, bedeutete das, dass diese Variablen einen signifikanten Einfluss auf die Zielgröße haben. Der Einfluss der Variable auf die Zielgröße wurde durch die Odds-Ratio bestimmt. Dafür wurden die in der Tabelle stehenden Hazard-Ratio-Werte (Exp(B)) betrachtet. Sollte dieser Wert nicht „1“ betragen, kann von einer Signifikanz ausgegangen werden [71].

3.5 Literaturrecherche

Für die Literaturrecherche wurde die Literaturdatenbank PubMed der *National Library of Medicine* genutzt (www.pubmed.gov).

Zudem soll an dieser Stelle auf die Satzung der Charité zur „Guten Wissenschaftlichen Praxis“ hingewiesen werden, die bei der Anfertigung der vorliegenden Dissertation berücksichtigt wurde (siehe Eidesstaatliche Erklärung).

4 Ergebnisse

Die folgende Auswertung ist in sechs Abschnitte gegliedert. Zuerst wurde die Gesamtkohorte hinsichtlich ihrer allgemeinen Merkmale wie Alter, BMI, Operationsdauer (OP-Dauer) und so weiter (u. s. w.) (siehe oben) mittels deskriptiver Statistik untersucht. Danach wurden die Subgruppen MonoMax- und PDS-Faden in den Kategorien Vorerkrankungen und postoperative Komplikationen miteinander verglichen. Der Fokus soll dabei auf den postoperativen Komplikationen Wundinfekt und Platzbauch liegen. Des Weiteren wurden die Daten der laparoskopischen Resektion gesondert betrachtet und ausgewertet. Zum Schluss wurde der Einfluss einer Variablen auf das Nahtmaterial anhand der logistischen Regression untersucht.

4.1 Deskriptive Statistik der Gesamtkohorte

4.1.1 Allgemeine Merkmale

Insgesamt wurden 147 Patienten in die retrospektive Studie eingeschlossen. **Tabelle 3** zeigt einen Überblick über die Patientencharakteristika. Es waren 34,0% weiblich (n=50) und 66,0% männlich (n=97). Das mediane Alter betrug 59 Jahre (20-81 Jahre). Für die weitere Auswertung wurden die Patienten hinsichtlich des Alters in zwei Gruppen unterteilt: kleiner oder größer gleich 65 Jahre. Insgesamt 89 Patienten (60,5%) waren unter 65 Jahre und 58 Patienten (39,5%) gleich oder älter als 65 Jahre. Der mediane BMI betrug 24,55 kg/m².

Die häufigste Grunderkrankung der Patienten stellte das hepatozelluläre Karzinom (n=37, 25,2%) dar, gefolgt von den kolorektalen Lebermetastasen (CLRM) sowie den cholangiozellulären Karzinomen mit jeweils n=24 (16,3%). Zu den „sonstigen Erkrankungen“ zählten z.B. Leberabszesse und Hämangiome (n=22, 15,0%).

***Tabelle 3:** Deskriptive Statistik allgemeine Merkmale*

	<u>Gesamtkohorte (n=147)</u>
<u>Alter in y</u>	59 (20-81)
<65 Jahre	89 (60,5%)
≥65 Jahre	58 (39,5%)
<u>Geschlecht</u>	
Männlich	97 (66,0%)
Weiblich	50 (34,0%)
<u>BMI in kg/m² (n=130)</u>	24,55 (16,3-43,6)

BMI <30 kg/m ²	115 (88,5%)
BMI >30kg/m ²	15 (11,5%)

Diagnose

HCC	37 (25,2%)
GB/ CCC	24 (16,3%)
Met	20 (13,6%)
CLRM	24 (16,3%)
Klatskin	10 (6,8%)
Sonst.	22 (15,0%)
Adenom	7 (4,8%)
FNH	3 (2,0%)

BMI=Body-Mass-Index, HCC=Hepatozelluläres Karzinom, GB=Gallenblase, CCC=Cholangiozelluläres Karzinom, Met=Metastasen, CLRM=kolorektale Metastasen, Sonst.=sonstige, FNH=Fokal noduläre Hyperplasie

4.1.2 Komorbiditäten

Tabelle 4 zeigt die Komorbiditäten der Patienten in ihrer Häufigkeit an. Hier ist ersichtlich, dass besonders häufig die arterielle Hypertonie aufgeführt ist (n=56, 38,1%), gefolgt vom Diabetes mellitus mit 21 erkrankten Patienten (14,3%). Fünfzehn Patienten litten an einer KHK (10,2%). Vier Patienten waren an einer COPD (2,7%) und 19 Patienten an einer Leberzirrhose (12,9%) erkrankt. Zwei Drittel der Patienten (n=97, 66,0%) gaben in der Aufnahme keine abdominellen Voroperationen an.

Für die Einschätzung der Erkrankungsschwere jedes Patienten war der ASA-Score maßgeblich [72]. Die Beschreibung der jeweiligen Stadien ist als Tabelle im Anhang dargestellt (**Tabelle 17**). Mehr als die Hälfte der Patienten wurden der Gruppe zwei zugeteilt (n=80, 54,4%). Vierundfünfzig Patienten gehörten der Gruppe drei an (36,7%), neun der Gruppe eins (6,1%) und jeweils zwei Patienten bildeten die Gruppe mit einem ASA-Score von vier und fünf (1,4%).

Tabelle 4: Deskriptive Statistik Komorbiditäten

<u>Gesamtkohorte (n=147)</u>	
<u>Komorbiditäten</u>	
Zirrhose	19 (12,9%)
Hypertonie	56 (38,1%)

KHK	15 (10,2%)
COPD	4 (2,7%)
Diabetes mellitus	21 (14,3%)
Abd. Vor-OP	50 (34,0%)
<u>ASA</u>	
1	9 (6,1%)
2	80 (54,4%)
3	54 (36,7%)
4	2 (1,4%)
5	2 (1,4%)

KHK=Koronare Herzkrankheit, COPD=chronisch obstruktive Lungenerkrankung, Abd. Vor-OP=abdominelle Vor-OP, ASA=American Society of Anesthesiologists-Score

4.1.3 Perioperative Merkmale

Von den insgesamt 147 Patienten wurden 84 (57,1%) offen und 63 (42,9%) laparoskopisch operiert. Von den laparoskopischen Operationen wurden wiederum 28 (19,1%) handassiiert durchgeföhrt.

Am häufigsten erfolgte dabei die Segmentresektion (n=60, 40,8%). Danach folgten die Hemihepatektomie rechts sowie die erweiterte Hemihepatektomie rechts mit jeweils 23 Patienten (15,7%).

Zudem wurde 79 Mal (53,7%) eine Minor- und 68 Mal (46,3%) eine Major-Resektion durchgeföhrt. Aufgrund eines Malignoms wurden 119 Patienten (81,0%) operiert. Dabei wurden 98 Patienten mit dem PDS-Faden (66,7%) und 49 Patienten mit dem MonoMax-Faden (33,3%) versorgt (**Tabelle 5**).

Im Durchschnitt dauerte eine OP 277 Minuten (min) (49-557 min). Operationen mit einer kürzeren Dauer waren dabei meist Minor-Resektionen (vor allem Segmentresektionen), wohingegen Operationen mit einer Dauer von über 400 min hauptsächlich Major-Resektionen (Hemihepatektomien, erweiterte Hepatektomien) darstellten. Im Mittel hatte jeder Patient eine Liegedauer von zwölf Tage, wovon durchschnittlich zwei Tage auf der Intensivstation verbracht wurden.

Tabelle 5: Deskriptive Statistik perioperative Merkmale

<u>Gesamtkohorte (n=147)</u>	
<u>Operationsmethode</u>	
Offen	84 (57,1%)
LAP	35 (23,8%)
HALS	28 (19,1%)
<u>Resektionsart</u>	
atypisch	9 (6,1%)
Segment	60 (40,8%)
HHL	12 (8,2%)
HHR	23 (15,7%)
Erw. HHL	9 (6,1%)
Erw. HHR	23 (15,7%)
Bisegment	11 (7,5%)
<u>Minor</u>	79 (53,7%)
<u>Major</u>	68 (46,3%)
<u>Malignom</u>	119 (81,0%)
<u>Nahtmaterial</u>	
MonoMax	49 (33,3%)
PDS	98 (66,7%)
<u>OP-Dauer in min</u>	277,0 (49-557)
<u>Dauer-Station in d</u>	12,0 (3-105)
<u>Dauer-ITS in d (n=118)</u>	2,0 (0-19)

LAP=laparoskopisch, HALS=handassistierte Laparoskopie, HHL=Hemihepatektomie links, HHR=Hemihepatektomie rechts, Erw. HHL/HHR=erweiterte Hemihepatektomie links/ rechts, ITS=Intensivstation

4.1.4 Postoperative Komplikationen

Postoperativ wurde bei 23 Patienten (15,6%) eine pulmonale Komplikation festgestellt. Dazu zählen alle Veränderungen der Lunge mit Ausnahme einer Pneumonie, die noch einmal extra betrachtet wurde. Diese trat bei 8 Patienten (5,4%) auf. Bei 15 Patienten (10,2%) kam es zum Auftreten eines Wundinfekts. Die dritthäufigste Komplikation waren Gallelecks (n=12, 8,2%), gefolgt von Flüssigkeitsverhalten und intraabdominellen Abszessen (n=11, 7,5%) sowie Aszites (n=10, 6,8%). Leberabszesse traten bei fünf Patienten (3,4%) auf. Zur HWI kam es bei

drei Patienten (2,0%). Die Narbenhernie wurde ebenfalls bei drei Patienten (2,0%) und der Platzbauch bei zwei Patienten (1,4%) beobachtet. Eine Revisionsoperation war in zwölf Fällen (8,2%) und die interventionelle Drainageanlage in zehn Fällen (6,8%) notwendig. **Tabelle 6** fasst die postoperativen Komplikationen der Patienten zusammen.

Hinsichtlich der Einteilung nach dem Clavien-Dindo-Score gab es bei über der Hälfte (n=122, 83,0%) der Patienten keine besonderen Auffälligkeiten oder Behandlungen (Minor-Komplikationen 0-3a). Es wurden 25 Patienten zu den Major-Komplikationen gezählt (17,0%). Im Verlauf verstarben fünf (3,4%) Patienten (**Tabelle 6**).

Tabelle 6: Deskriptive Statistik postoperative Komplikationen

Gesamtkohorte (n=147)	
<u>Postoperative Komplikationen</u>	
Revisions-OP	12 (8,2%)
Nabenhernie	3 (2,0%)
Platzbauch	2 (1,4%)
HWI	3 (2,0%)
Pulmonale Komplikationen	23 (15,6%)
Pneumonie	8 (5,4%)
Leberabszess	5 (3,4%)
Flüssigkeitsverhalt/ Abszess	11 (7,5%)
Aszites	10 (6,8%)
Galleleck	12 (8,2%)
CT-Drainage	10 (6,8%)
Wundinfekt	15 (10,2%)
<u>Clavien-Dindo-Score</u>	
0	72 (49,0%)
1	19 (12,9%)
2	16 (10,9%)
3a	15 (10,2%)
3b	12 (8,1%)
4a	6 (4,1%)
4b	2 (1,4%)
5	5 (3,4%)

HWI=Harnwegsinfektion

4.2 Vergleich MonoMax versus PDS

In diesem Abschnitt wird der Zusammenhang zwischen Nahtmaterial und Patientenmerkmalen, wie beispielsweise Alter, BMI und Geschlecht, dargestellt.

In **Tabelle 7** sind die allgemeinen Patientencharakteristika dargestellt. Als Erstes bildete das Alter den Maßstab. Das mediane Alter in der MonoMax-Gruppe lag bei 61 (22-81) Jahren, in der PDS-Gruppe bei 59 (20-81) Jahren. Es wurden mehr Patienten <65 Jahren (n=61, 62,2%) mit dem PDS Faden genäht als Patienten \geq 65 Jahren (n=37, 37,8%). Die MonoMax-Patienten waren dahingegen annähernd gleich verteilt (<65 Jahre n=28, 57,1%; \geq 65 Jahre n=21, 42,9%). Das Nahtmaterial und das Alter zeigten keinen signifikanten Zusammenhang (p=0,551, n=147). Bei der Geschlechterverteilung gab es innerhalb des Nahtmaterials keine Unterschiede (p=0,902, n=147). Ein Drittel der Patienten waren Frauen, zwei Drittel waren Männer. Bei der Betrachtung des BMI fällt auf, dass die Gruppe MonoMax und die Gruppe PDS einen annähernd gleichen Median hatten (**Tabelle 7**). Auch hier zeigte sich keine Signifikanz (p=0,185, n=130).

Bei den Vorerkrankungen Zirrhose, arterielle Hypertonie, KHK, COPD und Diabetes mellitus gab es keine signifikanten Ergebnisse. Auch hier ähnelten sich die Häufigkeiten der verschiedenen Erkrankung in beiden Gruppen stark. In **Tabelle 7** sind die Komorbiditäten für die jeweiligen Nahtmaterialien dargestellt. Prinzipiell traten alle Vorerkrankungen, außer die COPD, häufiger unter den MonoMax-Patienten auf. Dabei stand die arterielle Hypertonie mit 40,8% (n=20) bei den MonoMax-Patienten bzw. mit 36,7% (n=36) bei den PDS-Patienten an erster Stelle. Beide Gruppen zeigten außerdem keinen Unterschied im Vergleich hinsichtlich der gesamten Voroperationen (p=0,329, n=147), als auch speziell der abdominalen Voroperationen (p=0,538, n=147).

Bezüglich der zugrundeliegenden Diagnosen gab es zwischen den Gruppen keine Unterschiede (p=0,708, n=147). Sowohl in der MonoMax- (n=17, 34,7%) als auch in der PDS-Gruppe (n=20, 20,4%) war das HCC die häufigste Diagnose (**Tabelle 7**).

Bei der Testung des Zusammenhangs zwischen Krankheitsgrad der Patienten, dargestellt durch den ASA-Score, und Nahtmaterial konnte ein signifikanter Unterschied erkannt werden (p=0,048, n=147, Cramers-V=0,255, schwacher Zusammenhang). In beiden Gruppen waren Patienten mit dem ASA-Score zwei und drei am häufigsten vertreten (n=20, 40,8% versus (vs.) n=60, 61,2% und n=22, 44,9% vs. n=32, 32,7%).

Table 7: MonoMax vs. PDS general characteristics

	<u>Gesamtkohorte</u> (n=147)	<u>MonoMax</u> (n=49)	<u>PDS</u> (n=98)	<u>p-Wert</u>
<u>Alter in y</u>	59,0 (20-81)	61,0 (22-81)	59,0 (20-81)	0,551
<65 Jahre	89 (60,5%)	28 (57,1%)	61 (62,2%)	
≥65 Jahre	58 (39,5%)	21 (42,9%)	37 (37,8%)	
<u>Geschlecht</u>				0,902
Männlich	97 (66,0%)	32 (65,3%)	65 (66,3%)	
Weiblich	50 (34,0%)	17 (34,7%)	33 (33,7%)	
<u>BMI in kg/m²</u> (n=130)	24,55 (16,3-43,6)	23,75 (16,3-43,6)	24,85 (16,7-40,0)	0,185
<30 kg/m ²	115 (88,5%)	43 (93,5%)	72 (85,7%)	
>30 kg/m ²	15 (11,5%)	3 (6,5%)	12 (14,3%)	
<u>Diagnosen</u>				0,708
HCC	37 (25,2%)	17 (34,7%)	20 (20,4%)	
CCC/ GB	24 (16,3%)	6 (12,2%)	18 (18,4%)	
Met	20 (13,6%)	6 (12,2%)	14 (14,3%)	
CRLM	24 (16,3%)	6 (12,2%)	18 (18,4%)	
Klatskin	10 (6,8%)	3 (6,1%)	7 (7,1%)	
Sonst.	22 (15,0%)	7 (14,3%)	15 (15,3%)	
Adenom	7 (4,8%)	3 (6,1%)	4 (4,1%)	
FNH	3 (2,0%)	1 (2,0%)	2 (2,0%)	
<u>Komorbiditäten</u>				
Zirrhose	19 (12,9%)	8 (16,3%)	11 (11,2%)	0,385
Hypertonie	56 (38,1%)	20 (40,8%)	36 (36,7%)	0,631
KHK	15 (10,2%)	6 (12,2%)	9 (9,2%)	0,563
COPD	4 (2,7%)	1 (2,0%)	3 (3,1%)	0,720
Diabetes	21 (14,3%)	9 (18,4%)	12 (12,2%)	0,317
Abd. Vor-OP	50 (34,0%)	15 (30,6%)	35 (35,7%)	0,538
<u>ASA-Score</u>				0,048
1	9 (6,1%)	6 (12,2%)	3 (3,1%)	
2	80 (54,4%)	20 (40,8%)	60 (61,2%)	
3	54 (36,7%)	22 (44,9%)	32 (32,7%)	

4	2 (1,4%)	1 (2,0%)	1 (1,0%)
5	2 (1,4%)	0 (0,0%)	2 (2,0%)

BMI=Body-Mass-Index, HCC=Hepatozelluläres Karzinom, GB=Gallenblase, CCC=Cholangiozelluläres Karzinom, Met=Metastasen, CLRM=kolorektale Metastasen, Sonst.=sonstige, FNH=Fokal noduläre Hyperplasie, KHK=Koronare Herzkrankheit, COPD=chronisch obstruktive Lungenerkrankung, Abd. Vor-OP=abdominelle Vor-OP, ASA=American Society of Anesthesiologists-Score

Von 49 MonoMax-Patienten wurden 31 (63,3%) laparoskopisch und 18 (36,7%) offen operiert. Im Gegensatz dazu wurden prozentuell wesentlich weniger Patienten laparoskopisch mit dem PDS-Faden genäht (n=32, 32,7%). Dieser Unterschied ist signifikant (p=0,000, n=147, Cramers-V=0,467, starker Zusammenhang) (**Tabelle 8**).

Am häufigsten wurde bei den MonoMax- sowie bei den PDS-Patienten eine Segmentresektion durchgeführt (n=20, 40,8% vs. n=40, 40,8%), gefolgt von der Hemihepatektomie rechts (n=7, 14,3% vs. n=16, 16,3%, p=0,566, n=147). Die Resektionsarten sind in **Tabelle 8** zu finden.

Sowohl bei den Minor- als auch bei den Major-Operationen konnte keine Signifikanz gezeigt werden (p=0,851, n=147). Es wurden sowohl bei den MonoMax- als auch bei den PDS-Patienten häufiger eine Minor-Operation durchgeführt (**Tabelle 8**).

Für die Verwendung des Nahtmaterials hinsichtlich von malignen oder benignen Erkrankungen gab es keinen signifikanten Unterschied (p=0,552, n=147). Zudem wurde für die MonoMax- und die PDS-Gruppe die OP-Dauer, der stationäre sowie der Aufenthalt auf der Intensivstation untersucht. Im Mittel verbrachten Patienten, die mit dem MonoMax-Faden genäht wurden, 274,0 min im OP, die PDS-Patienten dagegen 278,0 min. Auch in der Dauer des ITS-Aufenthalts ähnelten sich beide Gruppen. Hier lag die Verweildauer sowohl bei MonoMax als auch bei PDS bei jeweils 2,0 d (**Tabelle 8**). Stationär zeigte sich, dass die PDS-Patienten ca. drei Tage länger blieben als die MonoMax-Patienten (PDS=14,0 d; MonoMax=11,0 d). Mittels Mann-Whitney-Test wurde untersucht, ob sich die zentralen Tendenzen zwischen PDS- und MonoMax-Patienten hinsichtlich des Alters, des BMI, der OP-Dauer, der stationären oder der intensivmedizinischen Aufenthaltsdauer unterscheiden. Dabei zeigte sich für die MonoMax-Patienten eine signifikant geringere Aufenthaltsdauer sowohl auf der Intensivstation (Rangmittelwert bei 47,09 für MonoMax und 65,39 für PDS, n=118) als auch in der stationären Behandlung (Rangmittelwert bei 60,14 für MonoMax und 80,93 für PDS, n=147). Der asymptotische Mann-Whitney-Test ergab für die Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation einen z-Wert von z=-2,87 und somit ein zweiseitiges Signifikanzniveau von 0,004 und für die Aufenthaltsdauer in stationärer Behandlung z=-2,80 und somit ein zweiseitiges Signifikanzniveau von 0,005. Die Effektstärke nach Cohen betrug in beiden Fällen zwischen

0,2 und 0,3 wodurch der Effekt als schwach bis mittel einzustufen ist [70]. Die zentralen Tendenzen des Alters, des BMI und der OP- Dauer waren für PDS- und MonoMax-Patienten annähernd identisch.

Table 8: MonoMax vs. PDS perioperative Merkmale

	<u>Gesamtkohorte</u> <u>(n=147)</u>	<u>MonoMax</u> <u>(n=49)</u>	<u>PDS</u> <u>(n=98)</u>	<u>p-Wert</u>
<u>Operationsmethode</u>				0,000
Offen	84 (57,1%)	18 (36,7%)	66 (67,3%)	
LAP	35 (23,8%)	9 (18,4%)	26 (26,5%)	
HALS	28 (19,1%)	22 (44,9%)	6 (6,1%)	
<u>Resektionsart</u>				0,566
atypisch	9 (6,1%)	2 (4,1%)	7 (7,1%)	
Segment	60 (40,8%)	20 (40,8%)	40 (40,8%)	
HHL	12 (8,2%)	5 (10,2%)	7 (7,1%)	
HHR	23 (15,7%)	7 (14,3%)	16 (16,3%)	
Erw. HHL	9 (6,1%)	1 (2,0%)	8 (8,2%)	
Erw. HHR	23 (15,7%)	9 (18,4%)	14 (14,3%)	
Bisegment	11 (7,5%)	5 (10,2%)	6 (6,1%)	
<u>Minor</u>	79 (53,7%)	27 (55,1%)	52 (53,1%)	0,815
<u>Major</u>	68 (46,3%)	22 (44,9%)	46 (46,9%)	1,000
<u>Malignom</u>	119 (81,0%)	41 (83,7%)	78 (79,6%)	0,552
<u>OP-Dauer in min</u>	277,0 (49-557)	274,0 (128-534)	278,0 (49-557)	
<u>Dauer-Station in d</u>	12,0 (3-105)	11,0 (3-64)	14,0 (5-105)	
<u>Dauer-ITS in d</u> <u>(n=118)</u>	2,0 (0-19)	2,0 (0-17)	2,0 (0-19)	

LAP=laparoskopisch, HALS=handassistierte Laparoskopie, HHL=Hemihepatektomie links, HHR=Hemihepatektomie rechts, Erw. HHL/HHR=erweiterte Hemihepatektomie links/ rechts, ITS=Intensivstation

Table 9 zeigt die postoperativen Komplikationen. Es mussten sich drei MonoMax- (6,1%) und neun PDS-Patienten (9,2%) einer Revision unterziehen (p=0,523, n=147). Das Gleiche konnte für die Narbenhernie (MonoMax: n=0, 0,0%; PDS: n=3, 3,1%) sowie den Platzbauch

(MonoMax: n=1, 2,0%; PDS: n=1, 1,0%) verzeichnet werden (p=0,216, n=147 vs. p=0,615, n=147). Der Platzbauch trat jeweils einmal in beiden Gruppen auf. Auch hinsichtlich des Harnwegsinfekts, der pulmonalen Komplikation als auch bei der Pneumonie konnten keine signifikanten Unterschiede gesehen werden (**Tabelle 9**). Vom Wundinfekt waren drei MonoMax- (6,1%) und zwölf PDS-Patienten (12,2%) betroffen (p=0,248, n=147).

Tabelle 9 zeigt des Weiteren, dass 26 MonoMax- (53,1%) und 46 PDS-Patienten (46,9%) keine postoperativen Komplikationen aufwiesen (p=0,440, n=147).

Tabelle 9: MonoMax vs. PDS postoperative Merkmale

	<u>Gesamtkohorte</u> <u>(n=147)</u>	<u>MonoMax</u> <u>(n=49)</u>	<u>PDS</u> <u>(n=98)</u>	<u>p-Wert</u>
<u>Postoperative</u>				
<u>Komplikationen</u>				
Revisions-OP	12 (8,2%)	3 (6,1%)	9 (9,2%)	0,523
Narbenhernie	3 (2,0%)	0 (0,0%)	3 (3,1%)	0,216
Platzbauch	2 (1,4%)	1 (2,0%)	1 (1,0%)	0,615
HWI	3 (2,0%)	1 (2,0%)	2 (2,0%)	1,000
Pulmonale Komplikation	23 (15,6%)	9 (18,4%)	14 (14,3%)	0,521
Pneumonie	8 (5,4%)	2 (4,1%)	6 (6,1%)	0,607
Leberabszess	5 (3,4%)	1 (2,0%)	4 (4,1%)	0,520
Flüssigkeit	11 (7,5%)	3 (6,1%)	8 (8,2%)	0,658
Aszites	10 (6,8%)	3 (6,1%)	7 (7,1%)	0,817
Galleleck	12 (8,2%)	1 (2,0%)	11 (11,2%)	0,055
CT-Drainage	10 (6,8%)	3 (6,1%)	7 (7,1%)	0,817
Wundinfekt	15 (10,2%)	3 (6,1%)	12 (12,2%)	0,248
<u>Clavien-Dindo Score</u>				0,440
0	72 (49,0%)	26 (53,1%)	46 (46,9%)	
1	19 (12,9%)	4 (8,2%)	15 (15,3%)	
2	16 (10,9%)	4 (8,2%)	12 (12,2%)	
3a	15 (10,2%)	7 (14,3%)	8 (8,2%)	
3b	12 (8,1%)	6 (12,2%)	6 (6,1%)	

4a	6 (4,1%)	1 (2,0%)	5 (5,1%)
4b	2 (1,4%)	0 (0,0%)	2 (2,0%)
5	5 (3,4%)	1 (2,0%)	4 (4,1%)

HWI=Harnwegsinfektion, Flüssigkeit=Flüssigkeitsverhalt/ Abszess

4.3 Univariate Analyse von Risikofaktoren für die Wundinfektion

In diesem Abschnitt wurden die verschiedenen Patientenmerkmale in Korrelation zum Wundinfekt hin untersucht.

Insgesamt gab es 15 Wundinfekte. Davon traten neun bei männlichen (60,0%) und sechs (40,0%) bei weiblichen Patienten auf. Es konnten keine signifikanten Unterschiede erkannt werden ($p=0,606$, $n=15$). Acht der 15 Patienten (53,33%) mit einem Wundinfekt waren gleich oder über 65 Jahre alt ($p=0,488$, $n=15$). Zudem zeigt **Tabelle 10**, dass neun (81,8%) der elf Wundinfekte bei Patienten mit einem BMI $<30 \text{ kg/m}^2$ auftraten.

Am häufigsten kam es im Rahmen der Gallenblasen- und cholangiozellulären Karzinomen ($n=6$, 40,0%), gefolgt von Metastasen ($n=3$, 20,0%), Klatskin-Tumoren sowie kolorektalen Metastasen mit jeweils zwei Infektionen (13,3%) zur Wundinfektion ($p=0,116$, $n=15$) (**Tabelle 10**).

Bezüglich der Komorbiditäten sowie des ASA-Scores konnten in der univariaten Statistik keine signifikanten Häufungen hinsichtlich des Auftretens eines Wundinfektes beobachtet werden (**Tabelle 10**).

Ebenso waren allgemeine und abdominelle Vor-Operationen nicht signifikant häufiger mit dem Auftreten einer Wundinfektion assoziiert ($p=0,693$, $n=15$ vs. $p=0,953$, $n=15$) (**Tabelle 10**).

Tabelle 10: Wundinfektion allgemeine Merkmale

	<u>Gesamtkohorte (n=147)</u>	<u>Wundinfektion (n=15)</u>	<u>p-Wert</u>
<u>Alter in y</u>	59 (20-81)	65 (45-81)	0,488
<65 Jahre	89 (60,5%)	7 (46,66%)	
≥65 Jahre	58 (39,5%)	8 (53,33%)	
<u>Geschlecht</u>			0,606
Männlich	97 (66,0%)	9 (60,0%)	
Weiblich	50 (34,0%)	6 (40,0%)	
<u>BMI in kg/m^2 (n=130)</u>	24,55 (16,3-43,6)	23,4 (20,2-35,0)	0,471

<30 kg/m ²	115 (88,5%)	9 (81,8%)	
>30 kg/m ²	15 (11,5%)	2 (18,2%)	
<u>Diagnosen</u>			0,116
HCC	37 (25,2%)	1 (6,7%)	
CCC/ GB	24 (16,3%)	6 (40,0%)	
Met	20 (13,6%)	3 (20,0%)	
CRLM	24 (16,3%)	2 (13,3%)	
Klatskin	10 (6,8%)	2 (13,3%)	
Sonst.	22 (15,0%)	1 (6,7%)	
Adenom	7 (4,8%)	0 (0,0%)	
FNH	3 (2,0%)	0 (0,0%)	
<u>Komorbiditäten</u>			
Zirrhose	19 (12,9%)	0 (0,0%)	0,115
Hypertonie	56 (38,1%)	5 (33,3%)	0,689
KHK	15 (10,2%)	1 (6,7%)	0,633
COPD	4 (2,7%)	1 (6,7%)	0,322
Diabetes	21 (14,3%)	3 (20,0%)	0,505
Abd. Vor-OP	50 (34,0%)	5 (33,3%)	0,953
<u>ASA Score</u>			0,373
1	9 (6,1%)	1 (6,7%)	
2	80 (54,4%)	9 (60,0%)	
3	54 (36,7%)	4 (26,7%)	
4	2 (1,4%)	0 (0,0%)	
5	2 (1,4%)	1 (6,7%)	

BMI=Body-Mass-Index, HCC=Hepatozelluläres Karzinom, GB=Gallenblase, CCC=Cholangiozelluläres Karzinom, Met=Metastasen, CLRM=kolorektale Metastasen, Sonst.=sonstige, FNH=Fokal noduläre Hyperplasie, KHK=Koronare Herzkrankheit, COPD=chronisch obstruktive Lungenerkrankung, Abd. Vor-OP=abdominelle Vor-OP, ASA=American Society of Anesthesiologists-Score

Hinsichtlich der Operationsmethode fiel auf, dass nur ein Wundinfekt nach einer laparoskopischen Operation (6,7%) aufgetreten ist (p=0,003, n=15, Cramers-V=0,25, schwacher Zusammenhang).

In **Tabelle 11** sind die Häufigkeiten der Resektionsarten dargestellt. Man sah, dass es am häufigsten bei den erweiterten Hemihepatektomien rechts zu Wundinfektionen kam (n=5,

33,3%). Am zweithäufigsten kam es in der Gruppe der atypischen Resektionen zu Wundinfektionen (n=4, 26,7%) (p=0,000, n=15, Cramers-V=0,44, starker Zusammenhang).

Tabelle 11 zeigt, dass sowohl bei den Minor- als auch bei den Major-Operationen kein signifikanter Unterschied erkannt werden konnte (p=0,260 vs. p=0,285). Alle 15 Wundinfektionen traten zudem ausschließlich bei malignen Erkrankungen auf (p=0,047, n=15, Cramers-V=0,16, schwacher Zusammenhang).

Zwölf (80,0%) der fünfzehn Wundinfektionen wurden bei Patienten, die mit PDS operiert wurden, beobachtet (p=0,248, n=15).

Tabelle 11: Wundinfektion perioperative Merkmale

	<u>Gesamtkohorte</u> <u>(n=147)</u>	<u>Wundinfektion</u> <u>(n=15)</u>	<u>p-Wert</u>
<u>Operationsmethode</u>			0,003
Offen	84 (57,1%)	14 (93,3%)	
LAP	35 (23,8%)	1 (6,7%)	
HALS	28 (19,1%)		
<u>Nahtmaterial</u>			0,248
MonoMax	49 (33,3%)	3 (20,0%)	
PDS	98 (66,7%)	12 (80,0%)	
<u>Resektionsart</u>			0,000
atypisch	9 (6,1%)	4 (26,7%)	
Segment	60 (40,8%)	2 (13,3%)	
HHL	12 (8,2%)	0 (0,0%)	
HHR	23 (15,7%)	1 (6,7%)	
Erw. HHL	9 (6,1%)	2 (13,3%)	
Erw. HHR	23 (15,7%)	5 (33,3%)	
Bisegment	11 (7,5%)	1 (6,7%)	
<u>Minor</u>	79 (53,7%)	6 (40,0%)	0,260
<u>Major</u>	68 (46,3%)	9 (60,0%)	0,285
<u>Malignom</u>	119 (81,0%)	15 (100,0%)	0,047
<u>OP-Dauer in min</u>	277,0 (49-557)	282,0 (127-500)	
<u>Dauer-Station in d</u>	12,0 (3-105)	22,0 (10-105)	
<u>Dauer-ITS in d (n=118)</u>	2,0 (0-19)	3,0 (2-17)	

LAP=laparoskopisch, HALS=handassistierte Laparoskopie, HHL=Hemihepatektomie links, HHR=Hemihepatektomie rechts, Erw. HHL/HHR=erweiterte Hemihepatektomie links/ rechts, ITS=Intensivstation

Tabelle 12 zeigt die postoperativen Komplikationen. Es konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen Wundinfektion und Revisions-OP gesehen werden, wobei aus den Daten nicht genau hervorgeht, ob der Wundinfekt nach einer Revision entstand oder die Revision aufgrund des Wundinfektes durchgeführt werden musste ($p=0,006$, $n=15$, Cramers- $V=0,23$, schwacher Zusammenhang). Ein Wundinfekt (6,7%) wurde zusammen mit einem Platzbauch beobachtet ($p=0,061$, $n=15$). Sowohl bei den pulmonalen Komplikationen ($n=7$, 46,7%) als auch bei den Pneumonien ($n=4$, 26,7%) konnte ein signifikanter Zusammenhang gezeigt werden ($p=0,000$, $n=15$, Cramers- $V=0,29$ vs. Cramers- $V=0,32$, mittelstarker bis starker Zusammenhang). Für den Leberabszess ($n=1$, 6,7%), den Flüssigkeitsverhalt/ Abszess ($n=2$, 13,3%) und den Aszites ($n=2$, 13,3%) konnten keine signifikanten Häufungen gezeigt werden (**Tabelle 12**).

Tabelle 12: Wundinfektion postoperative Merkmale

	<u>Gesamtkohorte (n=147)</u>	<u>Wundinfektion (n=15)</u>	<u>p-Wert</u>
<u>Postoperative Komplikationen</u>			
Revisions-OP	12 (8,2%)	4 (26,7%)	0,006
Narbenhernie	3 (2,0%)	0 (0,0%)	0,555
Platzbauch	2 (1,4%)	1 (6,7%)	0,061
HWI	3 (2,0%)	0 (0,0%)	0,555
Pulmonale Komplikationen	23 (15,6%)	7 (46,7%)	0,000
Pneumonie	8 (5,4%)	4 (26,7%)	0,000
Leberabszess	5 (3,4%)	1 (6,7%)	0,462
Flüssigkeit	11 (7,5%)	2 (13,3%)	0,363
Aszites	10 (6,8%)	2 (13,3%)	0,289
Galleleck	12 (8,2%)	2 (13,3%)	0,440
CT-Drainage	10 (6,8%)	1 (6,7%)	0,982

HWI=Harnwegsinfektion, Flüssigkeit=Flüssigkeitsverhalt/ Abszess

4.4 Univariate Analyse von Risikofaktoren für den Platzbauch

Insgesamt wurden zwei Platzbäuche beobachtet. Bei dieser geringen Anzahl an Events wurde auf die ausführliche uni- und multivariate Statistik verzichtet.

Von 50 Frauen und 97 Männern trat bei jedem Geschlecht jeweils eine Fasziendehiszenz (50,0%, $p=0,631$, $n=2$) auf. Ein Platzbauch (50,0%) konnte zudem bei einem Patienten unter 65 und der andere bei Patienten über 65 Jahre gesehen werden ($p=0,884$, $n=2$). Beide Platzbäuche traten bei Patienten mit einem BMI von $<30 \text{ kg/m}^2$ (100,0%, $p=0,607$, $n=2$) auf. Je ein MonoMax- (50,0%) und ein PDS-Patient (50,0%) waren postoperativ von einem Platzbauch betroffen ($p=0,615$, $n=2$). Bei den laparoskopisch operierten Patienten kam es zu keinem, bei den offenen Operationen jedoch zu zwei Platzbäuchen (100,0%, $p=0,215$, $n=2$). Beide Platzbäuche traten einzig bei Malignomen (100,0%) auf ($p=0,490$, $n=2$). Wie auch bei der Wundinfektion kam es bei der erweiterten Hemihepatektomie rechts zu einem Platzbauch (50,0%). Der zweite ist nach einer Segmentresektion aufgetreten (50,0%) ($p=0,919$, $n=2$). Ein Platzbauch wurde gemeinsam mit einer pulmonalen Komplikation (50,0%), aber nicht mit einer Pneumonie (0,0%) gesehen. Nur bei einem Patienten kam es zur Fasziendehiszenz und zum gleichzeitigen Auftreten von Aszites (50,0%), was einen signifikanten Zusammenhang darstellte ($p=0,015$, $n=2$, Cramers-V=0,201, schwacher Zusammenhang).

4.5 Multivariate Analyse von Risikofaktoren für die Wundinfektion

Bei dieser Auswertung wurde geprüft, ob und welche Variable einen signifikanten Einfluss auf den Wundinfekt ausübt. In **Tabelle 13** sind die Variablen mit ihren jeweiligen p-Werten dargestellt. Es ist zu erkennen, dass keine Variable einen p-Wert unter 0,05 zeigt und somit keine einen signifikanten Einfluss für den Wundinfekt hat.

Tabelle 13: Logistische Regression Wundinfektion

	RegressionskoeffizientB	p-Wert	Exp(B)
Diabetes	,998	,255	2,714
Geschlecht	-,569	,442	,566
BMI $<30 \text{ kg/m}^2$,279	,753	1,322
Nahtmaterial	,696	,358	,2,006
Resektion	,256	,113	1,291
Alter	,397	,572	1,487

Konstante	-4,635	,005	,010
-----------	--------	------	------

4.6 Laparoskopische Resektion

Das Ziel dieser Studie ist es, herauszufinden, wie sich das Nahtmaterial auf postoperative Komplikationen ausübt. Da wir jedoch nur eine geringe Anzahl an offenen Leberresektionen unter Verwendung des MonoMax-Fadens einschließen konnten, werden in der folgenden Statistik ausschließlich die laparoskopisch durchgeführten Operationen isoliert betrachtet.

Es wurden insgesamt 63 Patienten laparoskopisch operiert. **Tabelle 14** zeigt, dass davon 30 Patienten (47,6%) mindestens 65 Jahre oder älter waren. Von diesen 30 Patienten waren sowohl 15 MonoMax- (48,4%) als auch 15 PDS-Patienten (46,9%) betroffen ($p=0,904$, $n=63$).

Die Geschlechterverteilung unter den PDS-Patienten war annähernd gleichmäßig (13 Frauen, 40,6% und 19 Männer, 59,4%). Dahingegen waren fast ein Dreiviertel der MonoMax-Patienten Männer ($n=23$, 74,2%) und der Rest Frauen ($n=8$, 25,8%). Die Testung auf einen signifikanten Zusammenhang war hier negativ ($p=0,212$, $n=63$). Das mediane Alter der MonoMax-Operierten lag bei 63 Jahren (22-80), das der PDS-Operierten bei 57,5 Jahren (21-81) (**Tabelle 14**).

Lediglich drei Patienten sowohl in der MonoMax- (10,7%) als auch in der PDS-Gruppe (12,0%) hatten einen BMI von über 30 kg/m². Der mediane BMI betrug bei MonoMax 24,85 kg/m² (16,3-43,6 kg/m²) und bei PDS 23,8 kg/m² (17,2-40,0 kg/m²) (**Tabelle 14**). Es zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang ($p=0,883$, $n=53$).

Tabelle 14 gibt einen Überblick über die Vorerkrankungen. Sowohl die arterielle Hypertonie ($n=16$, 51,6%) als auch die KHK ($n=5$, 16,1%) traten häufiger bei MonoMax-Patienten auf ($p=0,260$, $p=0,079$). Die COPD wurde bei einem PDS-Patienten gesehen (3,1%, $p=0,321$, $n=63$). Dagegen trat die Leberzirrhose innerhalb der beiden Gruppen jeweils acht Mal auf (MonoMax=25,8%, PDS=25,0%, $p=0,941$, $n=63$). Am Diabetes mellitus litten sowohl acht MonoMax-Patienten (25,8%) als auch sechs PDS-Patienten (18,8%). Auch hier zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang ($p=0,501$, $n=63$). Etwa ein Drittel der MonoMax- ($n=10$, 32,3%) und acht PDS-Patienten (25,0%) wurden im Voraus schon einmal im abdominellen Bereich operiert ($p=0,524$, $n=63$).

Am häufigsten wurden Patienten mit der Diagnose HCC ($n=27$, 42,9%) operiert. Wie in **Tabelle 14** ersichtlich ist, waren es in der MonoMax-Gruppe 15 (48,4%) und in der PDS-Gruppe 12 (37,5%) Patienten. In allen anderen Diagnosen ähnelten sich beide Gruppen. Nur hinsichtlich der kolorektalen Metastasen unterschieden sie sich. Innerhalb der MonoMax-Gruppe waren es

fünf Patienten (16,1%) und in der PDS-Gruppe nur ein Patient (3,1%) mit dieser Diagnose. Mit einem p-Wert von 0,514 konnte hier kein signifikanter Zusammenhang gezeigt werden.

Im Hinblick auf die Einteilung in den ASA-Score waren die Gruppen zwei und drei am häufigsten vertreten (**Tabelle 14**). Es wurden 12 MonoMax- (38,7%) und 18 PDS-Patienten (56,3%) in die Gruppe zwei sowie 16 MonoMax- (51,6%) und 12 PDS-Patienten (37,5%) in die Gruppe drei eingeteilt (p=0,394; n=63).

Tabelle 14: Laparoskopische Resektion allgemeine Merkmale

	<u>Gesamtkohorte</u> <u>(n=147)</u>	<u>Lap</u> <u>gesamt</u> <u>(n=63)</u>	<u>MonoMax</u> <u>(n=31)</u>	<u>PDS</u> <u>(n=32)</u>	<u>p-Wert</u>
<u>Alter in y</u>	59 (20-81)	59 (21-81)	63 (22-80)	57,5 (21-81)	0,904
<65 Jahre	89 (60,5%)	33 (52,4%)	16 (51,6%)	17 (53,1%)	
≥65 Jahre	58 (39,5%)	30 (47,6%)	15 (48,4%)	15 (46,9%)	
<u>Geschlecht</u>					0,212
Männlich	97 (66,0%)	42 (66,7%)	23 (74,2%)	19 (59,4%)	
Weiblich	50 (34,0%)	21 (33,3%)	8 (25,8%)	13 (40,6%)	
<u>BMI in kg/m²</u>	24,55	24,80	24,85	23,80	0,883
<u>(n=53)</u>	(16,3-43,6)	(16,3-43,6)	(16,3-43,6)	(17,2-40,0)	
<30 kg/m ²	115 (88,5%)	47 (88,7%)	25 (89,3%)	22 (88,0%)	
>30 kg/m ²	15 (11,5%)	6 (11,3%)	3 (10,7%)	3 (12,0%)	
<u>Diagnosen</u>					0,514
HCC	37 (25,2%)	27 (42,9%)	15 (48,4%)	12 (37,5%)	
CCC/ GB	24 (16,3%)	4 (6,3%)	2 (6,5%)	2 (6,3%)	
Met	20 (13,6%)	8 (12,7%)	3 (9,7%)	5 (15,6%)	
CRLM	24 (16,3%)	6 (9,5%)	5 (16,1%)	1 (3,1%)	
Klatskin	10 (6,8%)	1 (1,6%)	0 (0,0%)	1 (3,1%)	
Sonst.	22 (15,0%)	10 (15,9%)	4 (12,9%)	6 (18,8%)	
Adenom	7 (4,8%)	4 (6,3%)	1 (3,2%)	3 (9,4%)	
FNH	3 (2,0%)	3 (4,8%)	1 (3,2%)	2 (6,3%)	
<u>Komorbiditäten</u>					
Zirrhose	19 (12,9%)	16 (25,4%)	8 (25,8%)	8 (25,0%)	0,941
Hypertonie	56 (38,1%)	28 (44,4%)	16 (51,6%)	12 (37,5%)	0,260

KHK	15 (10,2%)	6 (9,5%)	5 (16,1%)	1 (3,1%)	0,079
COPD	4 (2,7%)	1 (1,6%)	0 (0,0%)	1 (3,1%)	0,321
Diabetes	21 (14,3%)	14 (22,2%)	8 (25,8%)	6 (18,8%)	0,501
Abd. Vor-OP	50 (34,0%)	18 (28,6%)	10 (32,3%)	8 (25,0%)	0,524
<u>ASA Score</u>					0,394
1	9 (6,1%)	3 (4,8%)	2 (6,5%)	1 (3,1%)	
2	80 (54,4%)	30 (47,6%)	12 (38,7%)	18 (56,3%)	
3	54 (36,7%)	28 (44,4%)	16 (51,6%)	12 (37,5%)	
4	2 (1,4%)	1 (1,6%)	1 (3,2%)	0 (0,0%)	
5	2 (1,4%)	1 (1,6%)	0 (0,0%)	1 (3,1%)	

BMI=Body-Mass-Index, HCC=Hepatozelluläres Karzinom, GB=Gallenblase, CCC=Cholangiozelluläres Karzinom, Met=Metastasen, CLRM=kolorektale Metastasen, Sonst.=sonstige, FNH=Fokal noduläre Hyperplasie, KHK=Koronare Herzkrankheit, COPD=chronisch obstruktive Lungenerkrankung, Abd. Vor-OP=abdominelle Vor-OP, ASA=American Society of Anesthesiologists-Score

Tabelle 15 zeigt, dass einunddreißig der 49 MonoMax-Patienten (63,3%) und 32 der 98 PDS-Patienten (32,7%) laparoskopisch operiert wurden ($p=0,00$, $n=63$). Sowohl bei den Monomax- ($n=14$, 45,2%) als auch bei den PDS-Patienten ($n=15$, 46,9%) wurde die Segmentresektion am häufigsten durchgeführt. Am zweithäufigsten kam es zur Bisegmentresektion bei vier (12,9%) MonoMax- sowie bei fünf (15,6%) PDS-Patienten und zur HHR bei fünf (16,1%) MonoMax- sowie bei drei (9,4%) PDS-Patienten ($p=0,812$, $n=63$) (**Tabelle 15**).

Es wurden mehr Minor- als Major-Resektionen durchgeführt. Bei 19 MonoMax- (61,3%) und 22 PDS-Patienten (68,8%) erfolgte die Minor-Operation ($p=0,535$, $n=63$). Achtundzwanzig von 31 MonoMax-Patienten (90,3%) sowie 22 von 32 PDS-Patienten (68,8%) wurden aufgrund eines Malignoms operiert, wobei eine Signifikanz mit schwacher Stärke gezeigt werden konnte ($p=0,034$, $n=63$, Cramers-V= 0,2665) (**Tabelle 15**).

Die mediane OP-Dauer war in beiden Gruppen ähnlich. Bei MonoMax betrug sie 281 min (155-439 min), bei PDS 278,5 min (49-519 min). MonoMax-Patienten verweilten neun d und PDS-Patienten 10,5 d stationär. Auf der Intensivstation war es ein Tag für die Monomax- und zwei Tage für die PDS-Patienten (**Tabelle 15**). Auch für die laparoskopischen Patienten wurde mittels Mann-Whitney-Test untersucht, ob sich die zentralen Tendenzen zwischen PDS- und MonoMax-Patienten hinsichtlich des Alters, des BMI, der OP-Dauer, der stationären oder der intensivmedizinischen Aufenthaltsdauer unterscheiden. Dabei zeigte sich, dass die laparoskopisch operierten MonoMax-Patienten eine signifikant geringere Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation hatten als die laparoskopisch operierten PDS-Patienten (asymptotischer

Mann-Whitney-Test $z=-2,39$; mit einem zweiseitigen Signifikanzniveau von 0,017). Zudem wurde mit einem Effekt von 0,33 eine mittlere Effektstärke nach Cohen ermittelt [70]. Die weiteren vier untersuchten Variablen (Alter, BMI, OP-Dauer, stationäre Aufenthaltsdauer) zeigten keine signifikant unterschiedlichen Tendenzen zwischen MonoMax- und PDS-Patienten.

Table 15: Laparoskopische Resektion perioperative Merkmale

	<u>Gesamtkohorte</u> <u>(n=147)</u>	<u>Lap</u> <u>gesamt</u> <u>(n=63)</u>	<u>MonoMax</u> <u>(n=31)</u>	<u>PDS</u> <u>(n=32)</u>	<u>p-Wert</u>
<u>Nahtmaterial</u>					0,000
MonoMax	49 (33,3%)	31 (49,2%)			
PDS	98 (66,7%)	32 (50,8%)			
<u>Resektionsart</u>					0,812
atypisch	9 (6,1%)	4 (6,3%)	1 (3,2%)	3 (9,4%)	
Segment	60 (40,8%)	29 (46,0%)	14 (45,2%)	15 (46,9%)	
HHL	12 (8,2%)	7 (11,1%)	4 (12,9%)	3 (9,4%)	
HHR	23 (15,7%)	8 (12,7%)	5 (16,1%)	3 (9,4%)	
Erw. HHL	9 (6,1%)	1 (1,6%)	0 (0,0%)	1 (3,1%)	
Erw. HHR	23 (15,7%)	5 (7,9%)	3 (9,7%)	2 (6,3%)	
Bisegment	11 (7,5%)	9 (14,3%)	4 (12,9%)	5 (15,6%)	
<u>Minor</u>	79 (53,7%)	41 (65,1%)	19 (61,3%)	22 (68,8%)	0,535
<u>Major</u>	68 (46,3%)	22 (34,9%)	12 (38,7%)	10 (31,2%)	0,378
<u>Malignom</u>	119 (81,0%)	50 (79,4%)	28 (90,3%)	22 (68,8%)	0,034
<u>OP-Dauer in min</u>	277,0 (49-557)	280,0 (49-519)	281,0 (155-439)	278,5 (49-519)	
<u>Dauer-Station in d</u>	12,0 (3-105)	10,0 (3-105)	9,0 (3-32)	10,5 (5-105)	
<u>Dauer-ITS in d</u>	2,0 (0-19)	2,0 (0-10)	1,0 (0-10)	2,0 (0-9)	
	<u>(n=118)</u>				

LAP=laparoskopisch, HALS=handassistierte Laparoskopie, HHL=Hemihepatektomie links, HHR=Hemihepatektomie rechts, Erw. HHL/HHR=erweiterte Hemihepatektomie links/ rechts, ITS=Intensivstation

Es zeigte sich, dass es bei den laparoskopisch operierten Patienten zu keinem Auftreten eines Platzbauches kam (**Tabelle 16**). In der PDS-Gruppe trat am häufigsten die pulmonale Komplikation (n=5, 15,6%) auf. Es folgten mit je drei Fällen (9,4%) der Flüssigkeitsverhalt/Abszess, der Aszites sowie die Narbenhernie (**Tabelle 16**). Zudem kam es unter den PDS-Patienten zu einem Wundinfekt (3,1%). Auch in der MonoMax-Gruppe war die pulmonale Komplikation mit fünf Fällen am häufigsten vertreten (16,1%). Außerdem traten zwei Pneumonien unter den mit MonoMax-operierten Patienten auf (6,5%). Für keine postoperativen Komplikationen konnten signifikante Zusammenhänge gesehen werden (**Tabelle 16**).

Tabelle 16 zeigt, dass sowohl die MonoMax- (n=19, 61,3%) als auch die PDS-Patienten (n=18, 56,2%) am häufigsten in den Clavien-Dindo-Score null eingeteilt wurden. Am zweithäufigsten war die Gruppe eins mit zwei MonoMax- (6,5%) und sieben PDS-Patienten (21,9%) vertreten. Vier MonoMax (12,9%) und ein PDS (3,1%) wurden den Major-Komplikationen zugeordnet (p=0,092, n=63).

Tabelle 16: Laparoskopische Resektion postoperative Merkmale

	<u>Gesamtkohorte</u> <u>(n=147)</u>	<u>Lap gesamt</u> <u>(n=63)</u>	<u>MonoMax</u> <u>(n=31)</u>	<u>PDS</u> <u>(n=32)</u>	<u>p-Wert</u>
<u>Postoperative</u>					
<u>Komplikationen</u>					
Revisions-OP	12 (8,2%)	2 (3,2%)	1 (3,2%)	1 (3,1%)	0,982
Narbenhernie	3 (2,0%)	3 (4,8%)	0 (0,0%)	3 (9,4%)	0,081
Platzbauch	2 (1,4%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	
HWI	3 (2,0%)	2 (3,2%)	1 (3,2%)	1 (3,1%)	0,982
Pulmonale	23 (15,6%)	10 (15,9%)	5 (16,1%)	5 (15,6%)	0,956
<u>Komplikationen</u>					
Pneumonie	8 (5,4%)	4 (6,3%)	2 (6,5%)	2 (6,3%)	0,974
Leberabszess	5 (3,4%)	1 (1,6%)	0 (0,0%)	1 (3,1%)	0,321
Flüssigkeit	11 (7,5%)	3 (4,8%)	0 (0,0%)	3 (9,4%)	0,081
Aszites	10 (6,8%)	4 (6,3%)	1 (3,2%)	3 (9,4%)	0,317
Galleleck	12 (8,2%)	1 (1,6%)	0 (0,0%)	1 (3,1%)	0,321
CT-Drainage	10 (6,8%)	1 (1,6%)	0 (0,0%)	1 (3,1%)	0,321
Wundinfekt	15 (10,2%)	1 (1,6%)	0 (0,0%)	1 (3,1%)	0,321

Clavien-Dindo-

0,092

Score

0	72 (49,0%)	37 (58,7%)	19 (61,3%)	18 (56,2%)
1	19 (12,9%)	9 (14,3%)	2 (6,5%)	7 (21,9%)
2	16 (10,9%)	5 (7,9%)	1 (3,2%)	4 (12,5%)
3a	15 (10,2%)	7 (11,1%)	5 (16,1%)	2 (6,3%)
3b	12 (8,1%)	3 (4,8%)	3 (9,7%)	0 (0,0%)
4a	6 (4,1%)	1 (1,6%)	0 (0,0%)	1 (3,1%)
4b	2 (1,4%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
5	5 (3,4%)	1 (1,6%)	1 (3,2%)	0 (0,0%)

HWI=Harnwegsinfektion, Flüssigkeit=Flüssigkeitsverhalt/ Abszess

5 Diskussion

Im Rahmen dieser Studie wurden zwei verschiedene Nahtmaterialien, der MonoMax- sowie der PDS-Faden, im Auftreten von postoperativen Komplikationen bei Leberresektionen miteinander verglichen. Ziel war es herauszufinden, ob das vergleichsweise neue, und bisher im klinischen Alltag an der chirurgischen Klinik der Charité wenig verwendete Nahtmaterial MonoMax Vorteile gegenüber dem PDS-Faden zeigt. Der primäre Endpunkt der Studie war das Auftreten von Platzbäuchen und Wundinfektionen in Abhängigkeit vom verwendeten Nahtmaterial. Neben diesen Parametern wurden auch Patientenmerkmale wie das Geschlecht, das Alter, der BMI, die Vorerkrankungen, die Art der Hauptdiagnose sowie operationstechnische Variablen wie die Resektionsart und der -modus für den Vergleich berücksichtigt.

Aus den ausgewerteten Daten geht hervor, dass es hinsichtlich des Auftretens von postoperativen Komplikationen keinen Unterschied zwischen MonoMax und PDS gibt. Es konnte gefunden werden, dass bei laparoskopisch operierten Patienten signifikant häufiger der MonoMax-Faden als bei den offenen Operationen verwendet wurde. Außerdem lag den laparoskopisch durchgeführten Operationen im Gegensatz zu den offenen Operationen signifikant häufiger eine maligne Erkrankung zugrunde. Vergleichbares trifft auch für die Wundinfekte zu, die ausschließlich bei malignen Erkrankungen beobachtet wurden. Von insgesamt 15 erfassten Wundinfektionen traten 14 bei offenen Operationen auf. Ein signifikanter Zusammenhang wurde zudem zwischen postoperativen Komplikationen, wie Wundinfekte sowie Platzbäuche, und einer durchgeführten Revisionsoperation gefunden. Im Zusammenhang mit Wundinfektionen traten häufig pulmonale Komplikationen, speziell die Pneumonie, auf. Das Auftreten von Fasziendehiszenzen wurde insbesondere bei offenen Operationen durch Aszites begünstigt. Die Beurteilbarkeit dieser Studienergebnisse ist erschwert durch die Tatsache, dass beide Zielgrößen (Wundinfektion und Platzbauch), wie erwartet, hauptsächlich bei offenen Operationen beobachtet wurden, bei denen vorwiegend der PDS-Faden zum Einsatz kam. Aus diesen Gründen soll der Fokus in der Folge auf die laparoskopischen Eingriffe gelegt werden, da hier annähernd eine Gleichverteilung hinsichtlich des Nahtmaterials zum Faszienverschluss bestand.

Diese Ergebnisse werden im Folgenden anhand der Studienlage diskutiert und dabei in den aktuellen wissenschaftlichen Kontext eingeordnet.

5.1 Risikofaktoren für Platzbauch und Wundinfektion bei Leberresektionen

Während der Literaturrecherche zum Thema Fasziendehiszenz im Rahmen von leberchirurgischen Operationen konnten zwei Aspekte festgestellt werden. Zum Ersten gibt es nur eine geringe Anzahl von Studien, die eine Fasziendehiszenz in diesem speziellen Operationsgebiet isoliert untersuchten, weshalb in der Diskussion auch auf Studien mit generell abdomineller Chirurgie eingegangen wird [73, 74]. Zum Zweiten ist die postoperative Komplikation Dehiszenz nicht eindeutig definiert. Einige Studien unterscheiden sowohl in tiefgehende als auch in oberflächliche Dehiszenzen. Andere Studien unterscheiden dahingehend nicht, weshalb sowohl die oberflächlichen (betrifft die Haut) als auch die tiefen Dehiszenzen (betrifft alle Bauchwandschichten) mit in die Diskussion eingeschlossen wurden [75].

In der Literatur konnte in mehreren Studien ein männliches Geschlecht als Risikofaktor für die Entwicklung einer Fasziendehiszenz gefunden werden [73, 74, 76]. Im hier betrachteten Patientenkollektiv konnten postoperativ zwei Platzbäuche beobachtet werden. Davon trat je eine Dehiszenz bei beiden Geschlechtern auf. Aufgrund der zu geringen Anzahl an Platzbäuchen kann man hier keinen Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und dem Auftreten von Platzbäuchen schlussfolgern.

Van Ramshorst *et al.* geben als signifikante Altersgrenze für das vermehrte Auftreten von Wunddehiszenzen die fünfte Lebensdekade an [75]. Diese Untergrenze konnte bei Jaiswal *et al.* ebenfalls beobachtet werden [77]. Andere Quellen gaben als signifikante Altersgrenze 65 Jahre an [78]. Dieses Alter wurde auch für die hier durchgeführte Erhebung als Grenzwert gesetzt. Je ein Patient mit Platzbauch war unter und über 65 Jahre alt. Das genaue Alter des Patienten unter 65 Jahre betrug bei der Patientenaufnahme 25 Jahre. Dieser Patient war männlichen Geschlechts, was wie vorher beschrieben einen Risikofaktor darstellt. Zudem kann aus der Statistik entnommen werden, dass dieser Patient an Asthma litt.

Generell stellt ein erhöhter abdomineller Druck einen Risikofaktor für das Auseinanderweichen von Faszien und Wundnähten dar. So werden neben Asthma und anderen chronischen Lungenerkrankungen ebenfalls der BMI sowie der Aszites als Risikofaktoren diskutiert. Van Ramshorst *et al.* beobachteten in ihrer Studie den signifikanten Zusammenhang zwischen chronischen Lungenerkrankungen und Dehiszenzen [75]. Die Korrelation wurden von Webster *et al.* für die COPD zur Wunddehiszenz bestätigt [79]. In unserer Studie litt jedoch nur ein Patient, wie oben beschrieben, an Asthma. Durch die erhöhten abdominellen Drücke, die während des Hustens entstehen, ist ein Auseinanderweichen der Faszien bzw. der Wundnähte

postoperativ durchaus möglich und kann als Risikofaktor angesehen werden. Aszites als Risikofaktor für Dehiszenzen kann sowohl hier als auch in der Literatur bestätigt werden [75, 78, 80]. Ab einem BMI zwischen 25 kg/m² und 30 kg/m² ist das Auftreten von Platzbäuchen postoperativ vermehrt zu beobachten [73, 81]. Beide Fasziendehiszenzen traten in dieser Auswertung bei Patienten mit einem BMI von unter 25 kg/m² auf. Auch dieses Ergebnis lässt sich auf die geringe Anzahl des hier betrachteten Patientenkollektivs zurückführen.

Als einen vermeidbaren Risikofaktor für Dehiszenzen wird in der Literatur der Wundinfekt genannt [73, 82]. Dieser signifikante Zusammenhang konnte in der Studie von Ramshorst *et al.* bestätigt werden [75]. Bei einer von Aksamija *et al.* durchgeführten Studie zeigten 61% der 44 Patienten mit Dehiszenzen zusätzlich Zeichen einer Wundinfektion [83]. In der hier zugrunde liegenden Erhebung erkrankte ein Patient gleichzeitig an einem Wundinfekt und an einem Platzbauch. Durch eine Wundinfektion kommt es zur Verlangsamung der Wundheilung. Belastet der Patient sich zu schnell oder zu stark, ist das Auseinanderweichen der Faszien oder der Wundränder die Folge.

Zusätzlich werden in der aktuellen Literatur Einflussfaktoren für einen Wundinfekt diskutiert, der, wie im vorangegangenen Abschnitt erklärt, eine Fasziendehiszenz bedingen kann. Dazu zählen eine optimale Einstellung präoperativer Faktoren, wie der gute Ernährungsstatus, ein normaler Hämoglobinwert und optimale Hautverhältnisse. Des Weiteren bestätigen verschiedene Quellen, dass Wundinfektionen häufiger im Rahmen von Notfalloperationen auftreten [76, 78, 79, 84-86]. Außerdem sollte eine perioperative Antibiotikaphylaxe erfolgen [87, 88].

Als einen prädisponierenden Faktor für das Entstehen eines Platzbauches werden von Niggebrugge *et al.* der Steroidgebrauch genannt [87]. Weitere Quellen sahen diesen signifikanten Zusammenhang ebenfalls in ihren Studien, wobei hier aufgrund des eingeschränkten Zugriffs auf die Quellen, nicht ersichtlich war, ob die Steroide prä- oder postoperativ verabreicht wurden [78, 89].

Andere Einflüsse, die in dieser Statistik nicht protokolliert wurden, sind eine Malnutrition, eine präoperative Anämie und der Nikotinkonsum, welche eine verminderte Durchblutung des Wundgebietes begünstigen [83, 84, 88, 90]. Eine Minderdurchblutung im OP-Gebiet verschlechtert die Wundheilung, fördert die Kontamination mit Bakterien und damit die Wundinfektion [91]. Somit kann es zur Fasziendehiszenz kommen.

Des Weiteren wird der Diabetes mellitus als Risikofaktor für eine Dehiszenz und gleichzeitig für eine Wundinfektion diskutiert. Im Rahmen dieser Erkrankung kommt es zu mikro- und makrovaskulären Schäden, wodurch die Durchblutung vermindert ist. Einige Studien konnten

diesen Zusammenhang bestätigen [89], andere sahen hier keinen signifikanten Einfluss [78, 84]. In dieser Studie waren die beiden Patienten mit Platzbäuchen nicht am Diabetes mellitus erkrankt, es litten jedoch drei Diabetiker an einem Wundinfekt. Die durchgeführte multivariate Statistik zeigte, dass der Diabetes mellitus keinen signifikanten Einfluss auf die Wundinfektion hatte.

In der hier durchgeführten Studie wurden 15 Wundinfektionen dokumentiert. In der aktuellen Literatur wird als einer der häufigsten Risikofaktoren für Wundinfektionen eine prolongierte Operationszeit von mehr als 280-300 min angegeben [92, 93]. In der hier durchgeführten Studie lag die mediane OP-Dauer bei Patienten mit Wundinfektionen bei 282 min, die der gesamten Patienten bei 277 min. Man kann davon ausgehen, dass durch eine längere OP-Dauer das Risiko für das Eintreten von Erregern steigt.

Die Länge einer Operation steht auch im Zusammenhang mit der Art und somit der Schwere der Resektion. Je größer die geplante Resektion desto länger ist im Mittel auch die Dauer der Operation. Es konnte anhand der hier erhobenen Daten ein signifikanter Zusammenhang gezeigt werden. Bei erweiterten Hemihepatektomien sowie den atypischen Resektionen kam es am häufigsten zum Wundinfekt. Die multivariate Analyse zeigte jedoch keinen signifikanten Einfluss der verschiedenen Leberresektionen auf die Wundinfektion.

In dieser Studie traten die 15 Wundinfekte ausschließlich im Rahmen der Behandlung einer malignen Erkrankung auf. Lediglich ein Wundinfekt konnte nach einer laparoskopischen Operation beobachtet werden. Das bedeutet, dass die restlichen 14 Malignome offen operiert wurden, was wiederum eine größere Wundfläche und somit die Wundinfektion bedingen kann. Der BMI stellt nicht nur einen Risikofaktor für Fasziendehiszenzen, sondern auch für Wundinfektionen dar. Verschiedene Studien stimmen in einer Untergrenze von 26 kg/m² überein [94, 95]. In der hier diskutierten Kohorte traten neun der elf Wundinfektionen bei Patienten mit einem BMI von weniger als 30 kg/m² auf. Ein Grund dafür könnte die kleinere Anzahl an Wundinfektionen sein, welche die Aussagekraft insgesamt verringert. Bei den restlichen vier Wundinfektionen war der BMI nicht protokolliert. Zudem zeigte die multivariate Statistik keinen signifikanten Einfluss des BMI auf den Wundinfekt.

Chen *et al.* zeigen einen signifikanten Zusammenhang zwischen Patienten mit Wundinfektionen und einem hohen Patientenalter [94]. Auch von Kobayashi *et al.* wurde ein Alter höher als 65 Jahre als Risikofaktor für einen Wundinfekt benannt [96]. In der hier erhobenen Statistik konnte sowohl in der univariaten als auch in der multivariaten Statistik keine signifikante Beziehung zwischen dem Alter und dem Auftreten einer Wundinfektion beobachtet werden. Lediglich acht der 15 Wundinfekte traten bei Patienten mit einem Alter

gleich oder über 65 Jahre auf. Auch das könnte auf das kleine Patientenkollektiv zurückzuführen sein, da die beiden anderen genannten Studien über 350 Patienten einschlossen. Eine der postoperativ zu untersuchenden Variablen stellte die Revisionsoperation dar. In dieser Studie war ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Revision und Wundinfektionen zu erkennen. Aus den erhobenen Daten geht jedoch nicht hervor, ob die Revision durch die Wundinfektion bedingt war oder der Wundinfekt nach einer Revision auftrat. In Sadamori *et al.* konnte der Einfluss einer Revisionsoperation auf das Entstehen einer Infektion gezeigt werden [93]. In jener Studie war die Zielvariable jedoch die tiefe Parenchyminfektionen und nicht die oberflächlichen Wundinfektionen, die hier vordergründig untersucht wurden.

Als einen weiteren signifikanten Risikofaktor für Wundinfektionen nannten Kokudo *et al.* das postoperative Auftreten von einem Galleleck sowie Aszites [92]. Die Beziehung zwischen Galleleck und einer postoperativen Infektion konnte in weiteren Studien bestätigt werden [93, 95]. Jedoch waren es dort Parenchyminfektionen statt Wundinfektionen. Aus unserer Statistik konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Aszites oder einem Galleleck und einer Wundinfektion erkannt werden.

Dagegen traten in dieser Studie sowohl die Pneumonie als auch pulmonale Komplikationen wie der Pleuraerguss gehäuft mit Wundinfektionen auf. Es wurde keine Studie gefunden, die diesen Fakt wider- oder belegt. Bekannt ist, dass alle Wundinfektionen in der hier ermittelten Studie bei Patienten mit Malignomen auftraten. Malignome werden häufig mit Chemotherapie behandelt, welche wiederum zu einer Immunsuppression führt. Nun wäre eine mögliche Erklärung für den Zusammenhang zwischen postoperativen Wundinfektionen und Lungenerkrankungen, dass das Immunsystem bei den Patienten supprimiert und so die Entstehung von Infektionen erleichtert wird. Interessant wäre zu wissen, welche Patienten aus der hier vordergründig diskutierten Studie eine neoadjuvante oder perioperative Therapie erhalten haben und wie der Wirkmechanismus derer war.

In der aktuellen Literatur wird der Einfluss des ASA-Scores auf die Entstehung von Wundinfektionen diskutiert. In zwei Studien konnte man einen Zusammenhang zwischen einem hohen ASA-Score und der postoperativen Wundinfektion finden [92, 97]. In Kokudo *et al.* wurden die Patienten in zwei Gruppen eingeteilt [92]. Die erste Gruppe schloss Patienten mit einem ASA-Score von eins und zwei ein. Zur zweiten Gruppe gehörten Patienten mit einem ASA-Score von drei. Einen Score von vier oder höher konnte keinem Patienten zugeteilt werden. In der ersten Gruppe kam es bei 15 von 166 Patienten, in der zweiten Gruppe bei 14 von 60 Patienten zu einem Wundinfekt. Die Berechnung des Signifikanzniveaus p ergab einen Wert von 0.005, was einem signifikanten Zusammenhang zwischen einem erhöhten ASA-Score

und einem postoperativen Wundinfekt entspricht. In Nanashima *et al.* konnte dies bestätigt werden, mit der Einschränkung, dass durch Letztere tiefere Wundinfekte untersucht wurden [97]. In der hier erstellten Studie traten die meisten Wundinfekte in der Gruppe zwei auf (n=9). Je ein Patient konnte der Gruppe eins und fünf und vier Patienten der Gruppe drei zugeordnet werden. Statistisch konnte hier kein signifikanter Zusammenhang erkannt werden. Es wäre dennoch plausibel, dass erhöhte ASA-Werte einen relevanten Einfluss auf die Entstehung von Wundinfektionen haben. Ab Stadium drei spricht man von Patienten mit einer schweren Allgemeinerkrankung [72]. Dazu gehören z. B. ein Diabetes mellitus, eine KHK oder auch eine Adipositas per magna. Alle drei Faktoren bedingen wiederum eine Immunsuppression oder eine verschlechterte Durchblutung, womit das Risiko für Wundinfektionen erhöht wäre.

Im Zusammenhang mit dem Auftreten eines Wundinfekts wurden in der Literatur zudem Faktoren angegeben, die in der hier vorgestellten Studie nicht untersucht wurden. So soll ein erhöhter Blutverlust zwischen 800 ml und 2000 ml während der Operation zu einer Wundinfektion führen [95, 96]. In der Literatur stellt das Serumalbumin einen aussagekräftigen präoperativen Vorhersagewert für Wundinfektionen dar. In verschiedenen Studien konnte gezeigt werden, dass Serumalbuminwerte unterhalb von 3,5 g/dl mit einer erhöhten Infektionsgefahr einhergehen [92, 94, 98]. Albumin ist ein Produkt des Leberstoffwechsels. Zudem ist es ein Akute-Phase-Protein und wirkt somit gegen die Infektion. Bei einer prospektiv durchgeführten Studie wäre es interessant, diese Faktoren einzuschließen.

Ein Einfluss von Nahtmaterial und -Technik auf die Entstehung von Fasziendehiszenz und Wundinfektion wird in Abschnitt 5.3 und 5.4 diskutiert.

5.2 Risikofaktoren für Platzbauch und Wundinfektion bei laparoskopischer Leberchirurgie

Laparoskopisch durchgeführte Operationen zeigen gegenüber den offenen Operationen einige Vorteile. Luo *et al.* führten in ihrer Studie sowohl offene als auch laparoskopische Leberresektionen an den Patienten durch [99]. Die Krankenhausaufenthaltsdauer war bei den laparoskopisch operierten Patienten signifikant kürzer als bei den offen operierten Patienten. Zudem konnte die Wunddrainage früher gezogen werden. Die für die hier erstellte Studie untersuchten laparoskopisch operierten Patienten lagen im Mittel 10 d im Krankenhaus, davon 2 d auf der Intensivstation. Dagegen betrug die mediane Krankenhausaufenthaltsdauer aller Patienten, die laparoskopischen eingeschlossen, 12 d. Hiervon wurden 2 d auf der Intensivstation verbracht. Das ist eine Differenz von 2 d im Krankenhaus. Wabitsch *et al.*

bestätigten diesen signifikanten Zusammenhang [100]. Weitere Vorteile laparoskopischer Operationen stellen der geringere Blutverlust sowie die niedrigeren postoperativen Alanin-Aminotransferase-(ALT)- und Aspartat-Aminotransferase-(AST)- Werte dar [99, 101, 102]. Somit ist die Laparoskopie im Vergleich zur offenen Operation ein patientenschonenderes Operationsverfahren.

Dreiundsechzig laparoskopisch operierte Patienten wurden in diese Studie aufgenommen. Dabei kam es postoperativ zu keiner Fasziendehiszenz. Prinzipiell könnte man annehmen, dass es bei laparoskopischen Operationen zu weniger Platzbäuchen kommt, da die operativen Zugänge wesentlich kleiner sind und das Gewebe weniger traumatisch beschädigt wird. Ob im Rahmen von laparoskopisch durchgeführten Operationen weniger Fasziendehiszenzen auftreten, soll mit der aktuellen Literatur herausgefunden werden. Dabei stellte sich jedoch ein Problem heraus. Häufig wurden zwar die laparoskopischen mit den offenen Verfahren hinsichtlich der postoperativen Komplikationen verglichen. Dabei wurden allerdings sowohl die Wund- als auch die Fasziendehiszenzen selten beobachtet. Und wenn eine der beiden auftrat, wurde nicht explizit nach Risikofaktoren gesucht.

Kitajima *et al.* verglichen das Auftreten von Wund- und Fasziendehiszenzen in zwei Gruppen [103]. Die erste wurde laparoskopisch mittels Hybrid-Verfahren, die zweite offen operiert. Während bei der Laparoskopie zwei Wunddehiszenzen auftraten, kam es in der Vergleichsgruppe zu fünf Wunddehiszenzen. Das war statistisch nicht signifikant. Es kam nur zu einer Wundinfektion in der offen operierten Gruppe. Da Wundinfektionen einen Risikofaktor für Dehiszenzen darstellen, kann die relativ niedrige Anzahl an Wundinfektionen ebenfalls die geringe Anzahl an Wunddehiszenzen bedingen. Um die zuvor genannten Risikofaktoren für Wundinfektionen auszuschließen, wäre es außerdem interessant zu wissen, ob sich die Patienten hinsichtlich der Vorerkrankungen wie Diabetes mellitus oder einer chronischen Lungenerkrankung unterscheiden haben, was in der Statistik nicht angegeben wurde.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Choi *et al.* [104]. Hier konnten postoperativ hinsichtlich der Wundverhältnisse keine signifikanten Unterschiede zwischen laparoskopisch und offen Operierten gefunden werden. Es wurde zwischen offener, Multi-Port- sowie Single-Port-assistierter Leberresektion unterschieden.

Um Risikofaktoren für Fasziendehiszenzen nach laparoskopischen Eingriffen zu ermitteln, wurde die Literaturrecherche auf andere Organe ausgeweitet. Speziell wurde nach einem der wichtigsten Risikofaktoren, dem BMI, gesucht. Hier wurde die Fasziendehiszenz entweder

nicht gesehen oder die Studie wurde von vornherein ausgeschlossen, da nicht zwischen laparoskopisch und offen operierten Patienten unterschieden wurde.

Aufgrund der geringen Studienlage zu laparoskopischen Leberresektionen im Zusammenhang mit dem Auftreten von Platzbäuchen, ist es schwer, Risikofaktoren für deren Auftreten zu benennen. Spekulativ kann man sagen, dass der Platzbauch im Rahmen von Laparoskopien bisher nicht dokumentiert wurde, da dieser nicht aufgetreten ist. Wie oben geschrieben, ist das atraumatische und minimalinvasive Vorgehen ein Vorteil der Laparoskopie. Bei kleineren Schnitten wäre somit die Fläche kleiner, auf die erhöhte intraabdominelle Drücke, z. B. durch einen erhöhten BMI, Aszites oder chronische Lungenerkrankungen, wirken können. Folglich wäre das Risiko für Fasziendehiszenzen vermindert. Außerdem ist die Fläche für das Eintreten von Erregern kleiner, wodurch Wundinfekte und wiederum Platzbäuche verringert werden. Wichtig wäre es, in der nächsten Studie die unterschiedlichen laparoskopischen Verfahren zu dokumentieren. So wäre eine bessere Aussage zu Single-, Multi-Port oder Hybrid-Verfahren möglich.

In der hier vorgestellten Studie wurden postoperativ 15 Wundinfektionen dokumentiert. Davon trat eine unter laparoskopischer Bedingung auf. Dieser Patient war männlichen Geschlechts, über 65 Jahre alt und erhielt eine Segmentresektion. Auffällig ist außerdem, dass er an einer malignen Erkrankung und an einer COPD litt. Der Patient wurde in ASA drei klassifiziert und zeigte postoperativ pulmonale Komplikationen sowie eine Pneumonie. Die OP-Dauer betrug über 400 min. Damit treffen viele der zuvor diskutierten Risikofaktoren zu.

Als generelle Risikofaktoren konnten für die Wundinfektion z. B. eine längere OP- Zeit, die Resektionsgröße, ein erhöhter ASA-Score, ein hoher BMI und postoperative Komplikationen wie der Aszites oder das Galleleck identifiziert werden. Welche dieser Faktoren auch auf laparoskopische Verfahren zutreffen, wird im Folgenden überprüft.

Wie schon bei den laparoskopischen Fasziendehiszenzen lässt sich auch hier erkennen, dass laparoskopische mit offenen Verfahren in vielen Studien in Hinblick auf postoperative Komplikationen verglichen wurden. Alleinige Studien über Laparoskopien in der Leberchirurgie oder Studien, in denen Ursachen für das Auftreten von Wundinfektionen nach einer Laparoskopie diskutiert werden, sind in der aktuellen Literatur aber kaum zu finden.

Hirokawa *et al.* führten eine Studie zur MILH und offenen Leberresektion durch [105]. Dabei wurde gezeigt, dass Wundinfektionen signifikant seltener bei Laparoskopien auftraten. Es konnten zwischen der laparoskopischen und offenen Gruppe keine Unterschiede im Patientenalter, dem Geschlecht, dem ASA-Score oder im Vorhandensein eines Diabetes mellitus, eines postoperativen Aszites oder Gallecks dokumentiert werden. Jedoch waren in

der laparoskopischen Gruppe sowohl die OP-Zeit als auch der Blutverlust signifikant geringer als in der offenen Vergleichsgruppe. Als Risikofaktoren konnten in der vorherigen Diskussion eine längere OP-Zeit sowie ein erhöhter Blutverlust für Wundinfektionen identifiziert werden. Somit wäre das vermehrte Auftreten dieser in der Vergleichsgruppe für offene Operationen erklärbar. In der hier durchgeführten Studie konnten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den gesamten und laparoskopisch operierten Patienten in den Variablen Alter, Geschlecht, ASA-Score, Diabetes mellitus, Aszites und dem Galleck gezeigt werden. Die OP-Zeit der gesamten Patienten betrug 280 min, die der laparoskopischen Operationen 277 min. Für den besseren Vergleich sollte bei einer nachfolgenden Studie der Blutverlust mit in die Statistik aufgenommen werden.

Dass laparoskopische Verfahren im Zusammenhang mit dem geringeren Auftreten von Wundinfektionen stehen, bestätigten auch weitere Quellen [106-108]. Das Auftreten einer Wundinfektion sowie weiterer postoperativer Komplikationen untersuchten ebenfalls Bagante *et al.* [106]. Dafür verglichen sie offene mit minimal invasiven Leberresektionen. In die Gruppe der minimal invasiven Operationen wurden HALS, roboter-unterstützte sowie Laparoskopien ohne weitere Verfahren eingeschlossen. Signifikant häufiger traten Wundinfektionen in der Gruppe der offenen OP-Verfahren auf. Als möglicher Risikofaktor für die Entstehung der Wundinfektion kann zum einen genannt werden, dass in der offenen Gruppe mehr Malignome operiert wurden. Zum anderen wurden hier im Gegensatz zur laparoskopischen Gruppe größere Resektionen durchgeführt. Zudem gehörten diese Patienten höheren ASA-Scores an. Ein weiterer Unterschied bestand im häufigeren Auftreten eines Gallecks. Dagegen konnte kein Unterschied in den Risikofaktoren Alter, Rauchen, Diabetes mellitus, Aszites und Lungenerkrankungen wie COPD ausgemacht werden. Aufgrund der genannten patientenbezogenen Unterschiede zwischen den Vergleichsgruppen wurde im Anschluss ein Matching durchgeführt. Danach bestanden keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen den Gruppen. Diese waren besser vergleichbar und die Statistik wurde wiederholt. Trotz dessen traten die Wundinfektionen in der offenen Gruppe signifikant häufiger auf, ebenso das Galleck. Auch in dieser Studie von Bagante *et al.* konnte man nicht nachvollziehen, ob eine Korrelation zwischen den Wundinfektionen mit den für diese Studie berücksichtigten und oben genannten Risikofaktoren bestand und wie viele Wundinfektionen bei den jeweiligen laparoskopischen Verfahren auftraten. Die hier durchgeführte Statistik zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen laparoskopisch operierten und den gesamten Patienten hinsichtlich des Gallecks.

Wu *et al.* beobachteten die postoperativen Wundinfektionen ausschließlich bei Single-Port durchgeführten Laparoskopien [109]. Bei einem von insgesamt 17 Patienten kam es dabei zum Wundinfekt. Als Eigenschaften wurden das weibliche Geschlecht, das Alter von 46 Jahren sowie die Größe des Hämangioms mit 10,5 cm · 9,5 cm angegeben. Außerdem betrug der Blutverlust 210 ml und die Operationszeit 180 min. Weitere postoperative Komplikationen wurden bei der Patientin nicht beobachtet und andere klinische Variablen, wie der ASA-Score oder der BMI, nicht dokumentiert. Alle genannten Werte liegen unter den für die hier durchgeführte Studie diskutierten Grenzen. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass andere Risikofaktoren bestanden haben müssen, die jedoch nicht protokolliert wurden. Das könnten ein Diabetes mellitus, ein Nikotinkonsum oder weitere Vorerkrankungen sein. Bei allen 17 Patienten wurde intraoperativ eine Drainage umbilikal gelegt. Aufgrund der geringen Anzahl an eingeschlossenen Patienten ist es schwierig, eine Aussage über den Einfluss der Drainage auf die Entstehung des Wundinfektes zu treffen. Die Anlage einer Drainage wurde in der hier vordergründig diskutierten Statistik nicht dokumentiert.

Teramoto *et al.* verglichen das postoperative Auftreten von Wundinfekten nach Leberresektionen [110]. Dabei wurden sechs Patienten mittels MILH, zwei Patienten durch eine HALS sowie drei Patienten durch eine Thorakoskopie operiert. Es traten postoperativ zwei Wundinfekte bei den MILH auf. Eine statistische Auswertung zu möglichen Ursachen erfolgte nicht. Daher können mögliche Ursachen nur anhand der dokumentierten klinischen Variablen erklärt werden. Die OP-Dauer lag mit jeweils 160 min unter dem Durchschnitt. Der Blutverlust betrug 75 ml bzw. 250 ml und war im Vergleich zu den anderen Patienten gering. Daher kann man davon ausgehen, dass diese beiden Faktoren eher keine wesentliche Rolle spielten. Auffällig ist, dass beide Patienten über 60 Jahre alt waren, bei beiden die Diagnose eines HCC gestellt wurde und sie in den Child-Pugh-B-Score eingeteilt wurden. Letzteres geht mit einem erniedrigten Albuminwert einher. In verschiedenen Studien konnte das als Risikofaktor für Wundinfektionen gesehen werden. Zudem trat bei einem Patienten postoperativ Aszites auf. Wie oben beschrieben, konnten in der hier durchgeführten Studie keine signifikanten Unterschiede zwischen den gesamten Patienten und den laparoskopisch operierten Patienten hinsichtlich Alter, OP-Dauer und Diagnose gezeigt werden. Der Blutverlust und das Serum-Albumin wurden nicht dokumentiert.

In weiteren Studien außerhalb des Gebiets der Leberchirurgie konnten für laparoskopisch bedingte Wundinfekte ebenfalls ein erhöhter Blutverlust, eine längere OP-Dauer sowie einen längeren Schnitt, durch den das Resektat geborgen wurde, ausgemacht werden [111, 112]. Des

Weiteren spielen chirurgische Faktoren wie das Nahtmaterial und die Nahttechnik eine entscheidende Rolle, auf die weiter unten eingegangen wird.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass es schwierig ist, genaue Risikofaktoren für den Wundinfekt nach Laparoskopien zu benennen. Aufgrund dessen, dass nur das Auftreten in zahlreichen Studien beobachtet, jedoch nicht nach der Ursache dafür gesucht wurde, kann man nur eine Annahme äußern. Zum einen könnte das Alter über 65 Jahre eine Rolle spielen. Sowohl die in diese Studie aufgenommene als auch weitere Patienten zeigten dieses Merkmal. Des Weiteren werden Aszites sowie Vorerkrankungen wie Diabetes mellitus und die COPD von Belang sein. Wie schon vorher beschrieben, kommt es im Rahmen eines schlecht eingestellten Blutzuckers zu vaskulären Komplikationen wie der Minderdurchblutung und der Suppression des Immunsystems, welche die Ansiedlung von Bakterien auf der Haut begünstigen. Im Rahmen einer COPD wird häufig mit Steroiden therapiert, die wiederum das Immunsystem schwächen. Außerdem liegt nahe, dass eine erhöhte OP-Dauer und ein höherer Blutverlust das Auftreten für einen Wundinfekt begünstigen. Weitere Studien sollten ein Augenmerk auf operative Merkmale setzen. Gibt es Unterschiede in den verschiedenen laparoskopischen Verfahren? Wird die Infektionsrate durch einen Single-Port im Gegensatz zum Multi-Port gesenkt oder durch die längere OP-Dauer erhöht? Welche Rolle spielen eine Drainage und die Desinfektion und gibt es eine Tendenz, welche Schnitte sich häufiger infizieren? So könnte man annehmen, dass es häufiger zu Infektionen am Nabel als an der restlichen Haut kommt, da sich hier mehr Keime ansiedeln könnten. Außerdem wird das Nahtmaterial, womit die Wunde verschlossen wird, eine Rolle spielen.

5.3 Risikofaktoren für Platzbauch und Wundinfektionen bei offener Leberchirurgie

Da bei der Recherche identische Risikofaktoren wie unter dem Abschnitt „5.1. Risikofaktoren für Platzbauch und Wundinfektion speziell bei Leberresektionen“ gefunden wurden, wird hier auf deren Wiederholung verzichtet. Es soll näher auf noch nicht genannte Risikofaktoren sowie auf die Art und Weise des abdominalen Verschlusses als Risikofaktor eingegangen werden.

In der durchgeführten Studie traten beide Platzbäuche nach offenen Leberresektionen auf. Dahl *et al.* sahen in ihrer Studie, dass insbesondere bei Rauchern und Patienten mit einem hohen Alkoholkonsum der Platzbauch signifikant häufiger auftrat [113]. In der Studie wurden Patienten durch eine Laparotomie behandelt. Statistisch auffällig war, dass Raucher einen erhöhten Alkoholkonsum zeigten. Unter den Patienten mit einem hohen Alkoholkonsum waren

deutlich häufiger ein ASA-Score von drei, eine COPD, die notfallmäßig durchgeführte OP sowie eine längere OP-Dauer zu finden. All diese Faktoren wurden in vorherigen Abschnitten auch in der hier vorgestellten Studie als Risikofaktoren diskutiert. Rauchen als Risikofaktor ist möglich, da es zur Inhibierung von neutrophilen Granulozyten führt, wodurch Wundinfekte begünstigt werden [114]. Durch Wundinfekte kommt zu einer schlechteren Wundheilung. Zum anderen führen die Inhaltsstoffe zur Vasokonstriktion und langfristig zur Arteriosklerose mit Minderperfusion und Hypoxie des Gewebes, was die Wundheilung wiederum verlangsamt und somit das Auftreten von Platzbäuchen begünstigt. [115, 116]. Der chronische Alkoholkonsum führt zu verschiedenen immunsuppressiven Mechanismen [117]. So kommt es zur Verschlechterung der T-Zell-Funktion und zur Minderung der Antigen-präsentierenden Zellen wie Monozyten [118].

Einen weiteren Einfluss übt die Art und Weise des Faszienschlusses auf die Entstehung von postoperativen Komplikationen aus. Dabei gibt es verschiedene Faktoren zu beachten: schichtweiser oder einschichtiger Verschluss des Abdomens, Verhältnis der Wundlänge/Fadenlänge, kontinuierliche vs. nicht kontinuierliche Naht sowie Eigenschaften des Nahtmaterials.

Bucknall *et al.* empfehlen in ihrer Studie den Verschluss des Abdomens nach der „Single-layer“-Technik, auch „Mass-closure-Technik“, genannt [119]. Dabei wird nicht mehr jede Schicht einzeln vernäht, sondern alle Schichten werden zusammenfassend vernäht. Davon ausgenommen sind die Haut und das subkutane Gewebe. Zu diesem Ergebnis kamen auch Singh *et al.* [120]. Hier erhielten 80 Patienten eine vertikale Laparotomie. Je 40 Patienten wurden schichtweise oder nach der „Mass-closure“-Technik vernäht. In der „Mass-closure“-Gruppe wurden noch einmal 20 Patienten nach kontinuierlicher und 20 Patienten nach nicht kontinuierlicher Naht unterschieden. Es konnte kein Platzbauch in der „Mass-closure“-Gruppe beobachtet werden. Dagegen kam es in der Vergleichsgruppe zu zwei Faziendehiszenzen. Weitere Studien zeigen, dass die „Mass-closure“-Technik einen Vorteil hinsichtlich des geringeren Auftretens von Platzbäuchen zeigt [121-123]. Das könnte daran liegen, dass das Gewebe natürlicher zusammenwachsen kann. Zudem kommt es zu einer Verminderung der OP-Dauer, wodurch das Risiko der Infektion und somit des Platzbauches vermindert wird [124].

Hinsichtlich der Verschlussstechnik haben Gislason *et al.* keinen signifikanten Unterschied im Auftreten eines Platzbauches zwischen kontinuierlicher und nicht kontinuierlicher Naht gesehen [76], wobei die kontinuierlichen Nähte nach der „Mass-closure“-Technik genäht wurden. Dies wurde in einer von Hodgson *et al.* durchgeführten Metaanalyse bestätigt [125]. In einer weiteren Metaanalyse konnte ebenfalls kein Unterschied erkannt werden. Um jedoch

das Auftreten von Hernien zu verhindern, wurde eine Empfehlung für die kontinuierliche Naht ausgesprochen. [126].

Ein weiterer Faktor um Platzbäuche zu verhindern, besteht im Abstand der Einstiche. In einer von Israelsson *et al.* durchgeführten Studie, wurde erstmalig die „Small-bites“-Technik beschrieben [127]. Bei dieser Technik wird der Abstand zwischen Wundrand und den jeweiligen Einstichen auf 5-8 mm verkürzt [128]. Dadurch erhöht man das Faden-Wundlängen-Verhältnis. Ein Verhältnis > 4 wird seitdem von Studien als Maß genommen [126]. Es konnte gezeigt werden, dass mit dieser Technik signifikant weniger Narbenhernien aufgetreten sind. Dass durch die „Small-bites“-Technik auch signifikant weniger Platzbäuche auftreten, konnte in Studien nicht gezeigt werden [129, 130].

Zuletzt muss der Einfluss der Absorptionszeit des Nahtmaterials auf die Entstehung von Platzbäuchen diskutiert werden. Henriksen *et al.* schlossen in ihrer Metaanalyse 23 Studien ein, die verschiedene Eigenschaften von Nahtmaterial sowie Nahttechniken untersuchten [126]. Als Outcome wurde auch der Einfluss der unterschiedlichen Resorptionszeiten des Nahtmaterials auf das Auftreten von Fasziendehiszenzen untersucht. Es wurden nicht resorbierbare mit langsam resorbierbaren sowie langsam resorbierbare mit schnell resorbierbaren Nahtmaterialien verglichen. Es konnten keine signifikanten Unterschiede gezeigt werden. Patel *et al.* schlossen in der Metaanalyse 34 Studien ein und konnten ebenfalls keinen Unterschied zwischen resorbierbaren und nicht resorbierbaren Nahtmaterialien im Auftreten von Wunddehiszenzen erkennen [131]. Zudem gaben sie an, dass auch langsam resorbierbares Nahtmaterial das Risiko für Dehiszenzen nicht steigere. Außerdem bestätigten Patel *et al.*, dass weder der Einsatz eines monofilen noch eines polyfilen Fadens die Rate an Dehiszenzen signifikant erhöht habe [131]. Im Hinblick auf die Vermeidung von Hernien empfehlen Diener *et al.* den Gebrauch von langsam resorbierbarem Material [132].

Zusammenfassend kann man sagen, dass für den Verschluss einer Laparotomiewunde die „Mass-closure“-Technik und auch der kontinuierliche Verschluss angewendet werden sollte, um Platzbäuche sowie Hernien zu verhindern. Außerdem sollte eher die „Small-bites“-Technik mit einem Nahtlängen-Wundlängen-Verhältnis von 4:1 zum Einsatz kommen. Besonders in Hinblick auf die Vermeidung anderer Komplikationen, wie der Narbenhernie oder des Wundinfekts, ist sie mittlerweile ein etabliertes Verfahren. Für die hier erläuterte Statistik wurden die genannten Risiken nicht berücksichtigt und können daher nicht zur Diskussion hinzugezogen werden.

Hinsichtlich der Wundinfektionen lässt sich in dieser Statistik ein signifikanter Unterschied zwischen offenen und laparoskopischen Verfahren erkennen. Von 15 Wundinfektionen traten

14 bei offenen Verfahren auf. Da die Studien, die Wundinfektionen sowohl nach Laparotomien als auch unter dem Aspekt der Leberchirurgie untersuchten, bereits vorher diskutiert wurden, wird in diesem Abschnitt nur auf die Eigenschaften des Nahtmaterials eingegangen.

In einer von Patel *et al.* durchgeführten Metaanalyse wurden diesbezüglich elf Studien miteinander verglichen, um eventuelle Unterschiede hinsichtlich der Verschlusstechnik zu erkennen [131]. Darin zeigte die „Mass-closure“-Technik gegenüber dem schichtweisen Verschluss keine erhöhte Evidenz im Auftreten des Wundinfekts. Wiederum weniger Wundinfekte mit der „Mass-closure“-Technik konnten Singh *et al.* nachweisen [120]. Das konnte auch in der Studie von Deshmukh *et al.* bestätigt werden [133].

Viele Studien stimmten in der Aussage überein, dass das Auftreten von Wundinfektionen nicht durch die Nahttechnik beeinflusst werde. Demzufolge könnten sowohl kontinuierliche als auch nicht kontinuierliche Verfahren gleichwertig eingesetzt werden [125, 126, 131].

Israelsson *et al.* konnten keine Korrelation zwischen dem Naht-Wund-Verhältnis sehen [127]. Deerenberg *et al.* bestätigten diese Erkenntnis in ihrer Studie [129]. Dagegen konnte ein signifikant geringes Auftreten von Wundinfektionen unter der Verwendung der „Small-bites“-Technik anhand der Studie von Millbourn *et al.* gezeigt werden [128].

Verschiedene Metaanalysen stimmten in Hinblick auf die Eigenschaft der Resorptionszeit überein [125, 126, 131]. Es konnte kein wesentlicher Unterschied zwischen der Verwendung von resorbierbarem und nicht resorbierbarem Nahtmaterial gesehen werden. Dabei spielte auch die Geschwindigkeit der Resorption keine bedeutende Rolle.

Das Risiko der Wundinfektion wurde offenbar weder durch das monofile noch durch das polyfile Nahtmaterial beeinflusst [131]. Man kann jedoch vermuten, dass das monofile Nahtmaterial die Wundinfektionsrate senkt. Im Gegensatz zur rauen Oberfläche des polyfilen Nahtmaterials ist die Oberfläche des monofilen Fadens glatt. Somit ist die Wahrscheinlichkeit der Bakterienansiedlung vermindert und das Risiko für Wundinfektionen gesenkt [57].

Zur Vermeidung der Wundinfektion sollte die „Mass-closure“-Technik zusammen mit der „Small-bites“-Technik angewendet werden. Hinsichtlich der anderen Eigenschaften (Resorptionszeit, monofil und polyfil) konnte keine explizite Empfehlung gegeben werden. Da man neben dem Wundinfekt und der Faziendehiszenz als Komplikation die Narbenhernie fürchtet, wurde diese in zahlreichen Studien analysiert. Dabei empfiehlt man als Verschluss die kontinuierliche Naht mit einem Naht-Wund-Verhältnis von 4:1. Des Weiteren soll laut Fachliteratur langsam resorbierbares sowie monofiles Nahtmaterial verwendet werden [125, 131].

5.4 Vergleich von PDS und MonoMax

Um postoperative Komplikationen wie Wundinfektionen, Platzbäuche und Narbenhernien nach einer Laparotomie zu verhindern, wurde in den vergangenen Jahren viel an Nahtmaterialien geforscht und es wurden verschiedene Studien dazu durchgeführt. Diener *et al.* untersuchten in einer großen Metaanalyse Faktoren, die das Auftreten von Narbenhernien verringern [132]. Es traten signifikant weniger Narbenhernien auf, wenn die Patienten mit einem langsam resorbierbaren Nahtmaterial in kontinuierlicher Weise genäht wurden. Außerdem wurde im Gegensatz zu vielen anderen Studien gezeigt, dass langsam resorbierbares Nahtmaterial einen Vorteil gegenüber dem nicht resorbierbaren Nahtmaterial aufweist. Es ist bekannt, dass die Faszie nach einem Jahr postoperativ nur 70% ihrer vorherigen Festigkeit wiedererlangt [134]. Daher muss ein geeignetes Nahtmaterial gefunden werden, welches die Faszie in ihrer Funktion unterstützt, womit diese ausreichend Zeit zur Heilung hat. Es sollte langsam resorbierbar sein und auch noch nach einigen Monaten eine hohe Reißfestigkeit aufweisen.

In dieser Studie wurde der PDS- mit dem MonoMax-Faden verglichen. PDS erfüllt mit seinen Eigenschaften Monofilität und langsame Resorptionszeit die Voraussetzungen zur Minderung postoperativer Komplikationen. PDS wird in zwei verschiedenen Varianten hergestellt. PDS Plus ist mit Triclosan beschichtet, PDS II nicht. In der hier durchgeführten Studie wurde laut OP-Berichten der normale PDS-Faden verwendet. In einer Studie konnte der Vorteil von mit Triclosan beschichteten PDS gegenüber dem nicht beschichteten PDS gezeigt werden [53]. Die Rate an Wundinfektionen konnte um 24 % gesenkt werden. Es gibt verschiedene Studien, die diverse Nahtmaterialien in Hinblick auf das Auftreten von postoperativen Wundinfektionen vergleichen. Wissing *et al.* konnten keine signifikanten Unterschiede im Auftreten früher Komplikationen erkennen (Wundinfektion, Wunddehiszenz) [55]. Dafür verglich er die Nahtmaterialien PDS (kontinuierlich), Vicryl (sowohl kontinuierlich als auch nicht kontinuierlich) und Nylon (kontinuierlich). Nylon ist ein monofiler, nicht resorbierbarer Faden mit hoher Reißfestigkeit. Wundinfektionen und Wunddehiszenzen traten am häufigsten in der PDS-Gruppe auf. Die höchste Rate an Narbenhernien trat in der kontinuierlichen Vicryl-Gruppe auf, die niedrigste in der Nylon-Gruppe. Der Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen war signifikant. Dagegen zeigte Nylon die höchste Anzahl an Patienten mit Wundschmerzen. Eine weitere Studie konnte ebenfalls zeigen, dass sowohl Nylon als auch PDS geeignete Nahtmaterialien für den Laparotomieverschluss darstellen [135]. Zwar traten mehr Wundinfektionen in der PDS-Gruppe auf, jedoch war dies nicht signifikant. Neben Vicryl und Nylon gibt es noch den Polypropylene Faden. Dieser ist wie Nylon ein monofiler, nicht resorbierbares Nahtmaterial. Im Vergleich von PDS und Polypropylene dokumentierten

Bloemen *et al.*, dass kein signifikanter Zusammenhang im Auftreten von Wundinfektionen sowie weiteren Komplikationen zu erkennen sei [136]. Sowohl Wundinfekte als auch Hernien traten in dieser Studie etwas häufiger bei der Verwendung von PDS auf. Krukowski *et al.* sahen hingegen signifikant weniger Wundinfektionen in der PDS-Gruppe [137]. Außerdem zeigte der PDS-Faden im Gegensatz zum Polypropylene-Faden eine geringere Rate an Wundschmerzen. Hinsichtlich der Anzahl an Wunddehiszenzen und Wunddefekten ein Jahr postoperativ traten diese nur minimal seltener in der PDS-Gruppe auf. Dies konnte auch in einer Studie von Naz *et al.* bestätigt werden [138]. Mit PDS genähte Patienten zeigten im Gegensatz zur Polypropylene-Gruppe weniger Wundinfektionen und Wundschmerz. Für die hier erläuterte Statistik wurde die Variable Wundschmerz nicht erfasst.

Neben PDS gibt es ein weiteres Nahtmaterial, den MonoMax-Faden. Beides sind monofile Nahtmaterialien, deren Resorptionszeit bei 180-240 d bzw. 390 d liegt. MonoMax soll sich durch eine noch höhere Elastizität auszeichnen, die die Faszie in ihrer Funktion unterstützen und hohe mechanische Kräfte aushalten soll [58]. Dies bestätigten Odermatt *et al.* in einem Tierexperiment [139]. Es konnte gezeigt werden, dass das Elastizitätsmodul des MonoMax-Fadens ein Drittel des Wertes vom PDS-Faden betrug. Des Weiteren würde eine geringere Biegesteifigkeit den chirurgischen Umgang während des Nähens erleichtern, da beispielsweise kleinere Knotenradien möglich wären. Außerdem wurde nachgewiesen, dass der MonoMax-Faden gegenüber dem PDS-Faden eine höhere Knotenzugfestigkeit aufweist. Der MonoMax-Faden zeigte keine signifikanten toxischen Gewebereaktionen und besaß eine hohe Biokompatibilität.

Bisher gibt es nur eine Studie, die die beiden Nahtmaterialien im Einsatz bei Laparotomie verglichen hat [57]. In der prospektiv kontrollierten Studie „ISSAAC“ wurden die Eigenschaften des MonoMax-Fadens untersucht. Die Studie umfasste zwei Gruppen, bei denen eine mediane Laparotomie durchgeführt wurde. Die erste Gruppe (ISSAAC) - bestehend aus 150 Patienten - wurde mittels MonoMax behandelt. Der zweiten Gruppe (INSECT) waren 142 Patienten zugeteilt, bei denen die Wunde mit PDS oder MonoPlus vernäht wurde. Als primäre Variablen wurden das Auftreten von Platzbäuchen und Wundinfekten mit folgender Reoperation bis zum Tag der Entlassung in beiden Gruppen untersucht. Außerdem wurden die postoperativ auftretenden Hernien innerhalb der ersten zwölf Monate postoperativ, die Anzahl der Wundinfektionen und komplizierten Wundheilungen 30 d postoperativ sowie die Aufenthaltsdauer im Krankenhaus ermittelt und verglichen. Bis zum Tag der Entlassung entwickelten in der MonoMax-Gruppe drei (2,0%) Personen einen Platzbauch und zehn (6,7%) erlitten eine Wundinfektion. Ähnlich sahen die Ergebnisse bei der Vergleichsgruppe aus. Vier

(2,8%) Personen wurden aufgrund eines Platzbauches erneut behandelt, bei 13 (9,2%) Patienten infizierte sich die Wunde. Es gab keine signifikanten Unterschiede in beiden Gruppen. Nach einem Jahr betrug die Zahl der Wundinfektionen in der ISSAAC-Gruppe 24 (15,3%), wobei sich 23 dieser Wundinfektionen innerhalb der 30 d postoperativ entwickelten. In der INSECT-Gruppe traten 18 (12,7%) Wundkomplikationen innerhalb der ersten sechs Monate postoperativ auf. In beiden Gruppen betrug die durchschnittliche Aufenthaltsdauer im Krankenhaus elf Tage. Des Weiteren kam es zu 21 (14,0%) Hernien in der ISSAAC- sowie zu 30 (21,3%) Hernien in der INSECT-Gruppe ein Jahr postoperativ. Beide Punkte zeigten keinen signifikanten Zusammenhang hinsichtlich des Nahtmaterials.

Bei den Vergleichsgruppen ISSAAC (MonoMax) und INSECT (MonoPlus und PDS) kam es zu keinen signifikanten Unterschieden. Auch in der hier vorgestellten Studie konnten hinsichtlich der eben aufgezählten Variablen keine signifikanten Unterschiede dokumentiert werden. Nur in der Länge der Krankenhausaufenthaltsdauer war ein signifikanter Unterschied zu beobachten. Die PDS-Patienten lagen im Schnitt drei Tage länger auf Station. Dabei muss beachtet werden, dass auch wesentlich mehr MonoMax-Patienten laparoskopisch operiert wurden. Bei Betrachtung der laparoskopisch operierten Subgruppe war der signifikante Unterschied nicht mehr zu sehen. In der Studie von Albertsmeier *et al.* traten bis zum Zeitpunkt der Entlassung drei Wundinfektionen mehr (n=13) bei den PDS/ MonoPlus (INSECT) als in der Gruppe mit MonoMax (ISSAAC) (n=10) auf [57]. Nach einem Jahr waren jedoch 24 ISSAAC und nur 18 INSECT Patienten von einem Wundinfekt betroffen. Weder die Wundinfekte bis zum Entlassungstag noch diese nach einem Jahr zeigten einen signifikanten Zusammenhang zum Nahtmaterial. In der hier durchgeführten Studie waren drei MonoMax- und zwölf PDS-Patienten von einem Wundinfekt betroffen, was ebenfalls keinen signifikanten Zusammenhang zeigte. Auch hinsichtlich des Platzbauches konnte weder in der Studie von Albersmeier *et. al* noch in der hier durchgeführten Statistik ein signifikanter Zusammenhang zwischen Nahtmaterial und Platzbauch gesehen werden.

In der vorliegenden Studie konnten sowohl für die gesamten Patienten als auch für die laparoskopische Subgruppe keine signifikanten Unterschiede gefunden werden. Da der Verschluss der Laparotomie bei offenen Operationen nur bei 18 (36,7%) MonoMax-Patienten durchgeführt wurde, kann nicht beurteilt werden, ob der MonoMax-Faden diesbezüglich Vor- oder Nachteile mit sich bringt. Beide Platzbäuche traten bei offenen Operationen auf und betrafen je einen MonoMax- und einen PDS-Patienten. Dagegen kam es zur Narbenhernie nur bei laparoskopisch operierten PDS-Patienten (n=3). Hier muss jedoch betrachtet werden, dass es sich diesbezüglich um eine insgesamt sehr kleine Patientenzahl für die Untersuchung

handelte und der Unterschied nicht signifikant ist. Außerdem wurde der Faktor Narbenhernie nicht systematisch und in festen Intervallen nachuntersucht und regelhaft durch z. B. Sonografien validiert. Die vorliegende Studie demonstriert eine niedrige mit dem Faszienverschluss assoziierte Komplikationsrate für den MonoMax-Faden, die mit dem PDS-Faden vergleichbar ist. Dies eröffnet dem Operateur zusätzliche Flexibilität beim Faszienverschluss. So kann das Nahtmaterial basierend auf den jeweiligen patientenbiologischen Faktoren (z. B. schlechte Faszienqualität oder ausgedünnte Faszie nach Re-Operationen) individuell ausgewählt werden. Die Daten legen nahe, dass der MonoMax-Faden folglich für Faszienverschlüsse, insbesondere für laparoskopische Lebereingriffe, geeignet ist. Potentielle, in dieser Studie nicht gemessene Vorteile des MonoMax-Fadens bestehen diesbezüglich aufgrund der Filigranität des Fadens und der dünnen Nadel, was weniger Gewebetrauma für die Faszie bedeutet.

Des Weiteren soll der MonoMax-Faden reißfester sein und eine längere Resorptionszeit aufweisen. Dies wären Eigenschaften, die potentiell sowohl das Auftreten von Narbenhernien als auch von direkt postoperativen Faziendehiszenzen verringern könnten. Der Einsatz des MonoMax-Fadens bei offenen Operationen kann anhand der vorliegenden Daten aufgrund der relativ geringen Fallanzahl nicht abschließend geklärt werden. Dennoch war in der untersuchten Kohorte keine erhöhte Rate an Platzbäuchen, Wundinfektionen und Narbenhernien zu finden. Um die Einsatzfähigkeit des MonoMax-Fadens bei offenen Operationen umfassender beurteilen zu können, sind zukünftige, prospektive Studien mit größeren Fallzahlen notwendig, die insbesondere auch systematisch in definierten Zeitabständen das Auftreten von Narbenhernien untersuchen.

5.5 Stärken und Schwächen der Studie

Die durchgeführte Studie wird durch ihren zeitlichen Rahmen limitiert. Patientendaten wurden von Januar 2014 bis Ende Dezember 2017 in der chirurgischen Klinik für Viszeralchirurgie am Campus Virchow des Universitätsklinikums Charité Berlin erhoben. Dabei wurden 49 Patienten mit MonoMax operiert, die den zugrunde gelegten Ein- und Ausschlusskriterien entsprachen. Insgesamt wurden 147 Patienten untersucht. Die zur Diskussion genutzten internationalen Studien schlossen dagegen meist mehrere hundert Patienten ein. So hätte man bei einer größeren Kohorte eventuell weitere statistisch signifikante Korrelationen dokumentieren können. Zudem zeigte die untersuchte Kohorte eine geringe Anzahl an offenen Leberresektionen relativ zur Anzahl der Laparoskopien. Diese Laparoskopien wurden des Weiteren nicht in MILH und SILH, sondern lediglich in die reine sowie hand-assistierte Laparoskopie, unterschieden. Ein systematisches Follow-up der Patienten nach einem bestimmten Zeitpunkt wäre für die Dokumentierung weiterer postoperativer Komplikationen von Interesse gewesen. Einige Daten, z.B. der BMI, waren unvollständig und konnten rückblickend nicht mehr eruiert werden. Außerdem waren die Patientenmerkmale sehr heterogen verteilt. So wurden sowohl benigne als auch maligne Erkrankungen eingeschlossen. Das ist jedoch auch von Vorteil, denn bisher ist die Studie die erste, die den MonoMax-Faden in der Leberchirurgie untersucht. Auch international gibt es bisher nur wenige Studien, die die Evidenz von MonoMax generell in der Chirurgie untersucht haben. So kann mit der Studie nicht nur eine Aussage zu den offenen Operationen, sondern auch zu Laparoskopien getroffen werden. Insbesondere zu Letzteren gibt es für die Leberchirurgie bisher nur wenige Studien zum Vergleich. Die beiden Gruppen wurden nicht nur auf signifikante Unterschiede miteinander verglichen, sondern auch auf Ursachen für das Auftreten von Platzbäuchen sowie Wundinfektionen untersucht. Anhand der Vielzahl an klinischen Variablen, die patientenbezogene als auch prä- und postoperative Merkmale umfassen, war es möglich, Zusammenhänge leichter zu erkennen sowie gegenseitige Einflüsse besser darzustellen und daraus auch Rückschlüsse auf die Entstehung postoperativer Komplikationen zu ziehen. So konnten auch viele Risiken, die in der Literatur für die Entstehung der beiden primären Variablen angegeben werden, mit dieser Studie bestätigt werden. Derzeit gibt es noch keine Empfehlungen zum Einsatz des MonoMax-Fadens. Oft wird dieser nach subjektivem Ermessen des Chirurgen eingesetzt. Dadurch entsteht ein Selektionsbias. Die Studie stützt die Annahme, dass der MonoMax-Faden ein sicheres Nahtmaterial zur Verhinderung postoperativer Komplikationen darstellt und somit einerseits für die Laparoskopie geeignet ist und andererseits dem Chirurgen zusätzliche Flexibilität beim Faszienschluss eröffnet.

5.6 Abschließende Zusammenfassung

Postoperative Komplikationen, insbesondere die Faszien dehiscenz und die Wundinfektion, treten häufig nach Leberresektionen auf. In dieser Studie wurde untersucht, welchen Einfluss der neu entwickelte MonoMax-Faden auf diese und weitere postoperative Komplikationen ausübt.

Zuerst wurden die postoperativen Komplikationen aller Patienten jeweils für den MonoMax- sowie den PDS-Faden separat ausgewertet. Anschließend wurde das Gleiche für die laparoskopische Subgruppe durchgeführt. Auf die Auswertung der offenen Subgruppe wurde verzichtet, da hierfür zu wenig MonoMax-Patienten vorhanden waren.

Es konnte gezeigt werden, dass es sowohl insgesamt bei den MonoMax- und bei den PDS-Patienten als auch in der laparoskopischen Subgruppe nur zu einer geringen Anzahl an Wundinfektionen sowie Platzbäuchen kam. Auch weitere postoperative Variablen zeigten keinen signifikanten Unterschied. Das kann zum einen daran liegen, dass der MonoMax-Faden durch seine hohe Elastizität, Reißfestigkeit sowie monofile Eigenschaft dem Entstehen von Faszien dehiscenzen und Wundinfektionen entgegenwirkt und so für den Faszienverschluss eingesetzt werden kann. Zum anderen kann es aber auch an der hohen Anzahl der eingeschlossenen Laparoskopien, die unter Verwendung des MonoMax-Fadens durchgeführt wurden, liegen. Bei dieser OP-Methode werden nur kleine Schnitte gesetzt, die somit zu einer geringeren Belastung des Gewebes und zum Eintritt von möglichen Keimen führen. Dadurch treten bei einer Laparoskopie weniger Komplikationen auf. Aufgrund der feinen Nadel und der Filigranität des MonoMax-Fadens könnten bei Operateuren weiterhin Bedenken hinsichtlich eines langfristig erfolgreichen Faszienverschlusses bestehen. Basierend auf der vorliegenden Studie kann jedoch geschlussfolgert werden, dass das Nahtmaterial insbesondere bei laparoskopischen Leberoperationen bedenkenlos eingesetzt werden kann. Aufgrund der insgesamt geringen klinischen Evidenz zum Faszienverschluss mit dem MonoMax-Faden sind weitere Studien, insbesondere mit einer größeren Anzahl an Patienten, die eine offene Leberresektion erhielten, notwendig. Auf diese Weise können sowohl die Stärken als auch die Schwächen des MonoMax-Fadens weiter identifiziert werden mit dem Ziel, den Faden als neues Nahtmaterial für den Faszienverschluss zu etablieren.

6 Anhang

Tabelle 17: Detaillierte Beschreibung American Society of Anesthesiologists-Score [72]

Gradeinteilung	Beschreibung
1)	Gesunder Patient
2)	Patient mit Erkrankungen, ohne Funktionseinschränkungen - z.B. eingestellter art. Hypertonus, Adipositas, Diabetes mellitus...
3)	Patient mit Erkrankung und deutlicher Einschränkung - z.B. schlecht eingestellte art. Hypertonie, Diabetes mellitus, COPD, aktive Entzündungen...
4)	Patient mit lebensbedrohlicher Erkrankung - z.B. kardiale Ischämie, Myokardinfarkt, Sepsis
5)	Patient, der ohne Not- Operation nicht überleben wird - z.B. massives Trauma, rupturiertes Aneurysma, Multiorganversagen
6)	Gestorbener Patient mit festgestelltem Hirntod, Organspender

Tabelle 18: Detaillierte Beschreibung Clavien-Dindo-Score [69]

Grad 1	<ul style="list-style-type: none"> - Abweichungen vom normalen postoperativen Verlauf, jedoch ohne pharmakologische, chirurgische, endoskopische oder radiologische Intervention - Erlaubt: Antiemetika, Antipyretika, Analgetika, Elektrolyte, Diuretika, Physiotherapie - Einschließlich Wundinfekte mit Bedside Eröffnung
Grad 2	<ul style="list-style-type: none"> - Pharmakologische Intervention mit Medikamenten, die nicht unter Grad 1 aufgeführt sind - Parenterale Ernährung, Bluttransfusion
Grad 3	<ul style="list-style-type: none"> - Benötigt chirurgische, endoskopische oder radiologische Intervention - A) nicht unter Allgemeinanästhesie - B) unter Allgemeinanästhesie
Grad 4	<ul style="list-style-type: none"> - Lebensbedrohliche Erkrankungen, die eine Versorgung auf der IMCU notwendig machen

	<ul style="list-style-type: none">- A) Ein-Organ- Dysfunktion- B) Multiorgandysfunktion
Grad 5	<ul style="list-style-type: none">- Tod des Patienten

7 Literaturverzeichnis

- [1] Data and statistics Kopenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe, 2018. (Zugang März 10 2018, unter <http://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases/cancer/data-and-statistics>.)
- [2] Bundesamt für Statistik. Gesundheit, Todesursachen in Deutschland. Fachserie 12 Reihe 4. Wiesbaden: 2017 (2120400157004.)
- [3] Spangenberg HC, Thimme R, Blum HE. Der Leberrundherd. Deutsches Ärzteblatt 2007;104:34a-c.
- [4] Krams M. Hepatobiliäres System und Pankreas. Kurzlehrbuch Pathologie. Stuttgart: Thieme, 2010:303-5.
- [5] Hofer M. Leber. CT-Kursbuch. 7. Auflage Düsseldorf: Didamed-Verlag, 2010:119-23.
- [6] Colombo M, Iavarone M, Lencioni R. Chapter 59 - Benign Liver Tumors. In: Boyer TD, Manns MP, Sanyal AJ, Zakim D, editors. Zakim and Boyer's Hepatology (Sixth Edition). Saint Louis: W.B. Saunders, 2012:1045-60.
- [7] Zülke CJ, Loss MJ, Iesalnieks IJ, Bolder UJ, Völk MJ, Rümmele PJ, Schlitt HJ. Indikation und Ergebnisse nach Resektion gutartiger Lebertumoren. Viszeralchirurgie 2004;39:86-97.
- [8] Roncalli M, Sciarra A, Tommaso LD. Benign hepatocellular nodules of healthy liver: focal nodular hyperplasia and hepatocellular adenoma. Clinical and Molecular Hepatology 2016;22:199-211.
- [9] Geller SA, de Campos FPF. Focal nodular hyperplasia of the liver. Autopsy & Case Reports 2014;4:5-8.
- [10] Tautenhahn HM, Dahmen U, Diamantis I, Settmacher U, Zanow J. Benign liver tumors : Diagnostics and treatment. Der Chirurg 2019;90:1033.
- [11] de Reuver P, van der Walt I, Albania M, Samra JS, Hugh TJ. Long-term outcomes and quality of life after surgical or conservative treatment of benign simple liver cysts. Surg Endosc 2018;32:105-13.
- [12] Shi J, Keller JM, Zhang J, Keller ET. A review on the diagnosis and treatment of hepatocellular carcinoma with a focus on the role of Wnts and the dickkopf family of Wnt inhibitors. Journal of Hepatocellular Carcinoma 2014;1:1-7.
- [13] Riede U-N, Werner M, Freudenberg N. Verdauungsorgane: Hepatopankreas. Basiswissen allgemeine und spezielle Pathologie. Heidelberg: Springer, 2009:403-5.
- [14] Harrison TR. Harrison's Innere Medizin. 19. Auflage in Zusammenarbeit mit der Charité ABW Wissenschaftsverlagsgesellschaft, 2016:

- [15] Graziadei I. Übersicht: Lebertumore. Wiener Medizinische Wochenschrift 2013;163:109-12.
- [16] Herold G. Innere Medizin : eine vorlesungsorientierte Darstellung, unter Berücksichtigung des Gegenstandskataloges für die Ärztliche Prüfung, mit ICD 10-Schlüssel im Text und Stichwortverzeichnis. Köln: Herold, Gerd, 2019:1002.
- [17] Guglielmi A. Hilar Cholangiocarcinoma. Ruzzenente A, Iacono C, editors. Surgical Treatment of Hilar and Intrahepatic Cholangiocarcinoma. Milano: Springer Milan, 2008:3.
- [18] Pickren J, Tsukada Y, Lane W. Weiss L, Gilbert P, editors. Liver metastasis: analysis of autopsy data. Amsterdam: GK Hall Medical Publishers, 1982:2-19.
- [19] Neumann UP, Neuhaus P. Chirurgie kolorektaler Lebermetastasen. Allgemein- und Viszeralchirurgie up2date 2010;4:155-68.
- [20] Akgül Ö, Çetinkaya E, Ersöz Ş, Tez M. Role of surgery in colorectal cancer liver metastases. World journal of gastroenterology 2014;20:6113-22.
- [21] Claude Couinaud. Wikipedia, 2017. (Zugang März 12 2018, unter https://en.wikipedia.org/wiki/Claude_Couinaud.)
- [22] Aragon RJ, Solomon NL. Techniques of hepatic resection. Journal of Gastrointestinal Oncology 2012;3:28-40.
- [23] Henne-Bruns D, Barth H. Leber. Duale Reihe Chirurgie. 3. Auflage Stuttgart: Thieme, 2008:460-1.
- [24] AL-Jasha'ami T, Ahmed RR, Shakir WM. Outcome of Major Liver Resection in Gastroenterology and Hepatology Teaching Hospital Review of Nine Cases. The Iraqi postgraduate Medical Journal 2012;11:
- [25] Siewert JR. Leber. Chirurgie. 8th edition Berlin, Heidelberg: Springer, 2006:671-3.
- [26] Abdel-Misih SRZ, Bloomston M. Liver Anatomy. Surgical Clinics of North America 2010;90:643-53.
- [27] Aumüller G. Hepatobiliäres System und Pankreas. Duale Reihe Anatomie. 3. Auflage Stuttgart: Thieme, 2014:735-8.
- [28] Zilles K, Tillmann B. Bauchhöhle und Becken. Anatomie. Berlin: Springer, 2010:854-60.
- [29] Chirurgische Anatomie. 1999. (Zugang März 12 2018, unter <https://chirurgenmanual.charite.de/pgs/01/st16/01st16a.htm>.)
- [30] Zilles K, Tillmann B. Organe des Verdauungstraktes. Anatomie. Berlin: Springer, 2010:490.

- [31] Paulsen F, Waschke J. Baueingeweide. Sobotta, Atlas der Anatomie des Menschen. 2, Innere Organe. 23. Aufl. München: Der Urban und Fischer Verlag, Elsevier GmbH, 2010:107-10.
- [32] Kirschniak A. Leber und Gallenblase. Granderath FA, Drews U, editors. Endoskopisch-chirurgische Anatomie. Berlin ; Heidelberg: Springer, 2010:11-2.
- [33] Henne-Bruns D, Barth H. Leber. Duale Reihe Chirurgie. 3. Auflage Stuttgart: Thieme, 2008:478-9.
- [34] Dahiya D, Wu T-J, Lee C-F, Chan K-M, Lee W-C, Chen M-F. Minor versus major hepatic resection for small hepatocellular carcinoma (HCC) in cirrhotic patients: A 20-year experience. *Surgery* 2010;147:676-85.
- [35] Reddy SK, Barbas AS, Turley RS, Steel JL, Tsung A, Marsh JW, Geller DA, Clary BM. A standard definition of major hepatectomy: resection of four or more liver segments. *HPB* 2011;13:494-502.
- [36] Hildebrand P, Kleemann M, Birth M. Lagerung und Zugangswege in der Leberchirurgie. In: Hepatobiliäre und Pankreastumoren. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010:153-61.
- [37] Leber. Chirurgie in 5 Tagen. 1, Allgemeine Chirurgie, Thorax, Lunge und Mediastinum, Herzchirurgie, Gefäßchirurgie, Viszeralchirurgie / R. Autschbach. Heidelberg: Autschbach, Jacobs, Neumann, 2012:XII, 313 S.
- [38] Lang H. Technik der Leberresektion. *Der Chirurg* 2007;78:849-66.
- [39] Castaing D, Azoulay D, Adam R, Barnaud A. Kapitel 5 - Allgemeine Technik der Leberresektion. In: Castaing D, Azoulay D, Adam R, Barnaud A, editors. Leberchirurgie. Munich: Urban & Fischer, 2007:41-56.
- [40] Lang H, Nagel E. Leberchirurgie. In: Nagel E, Löhlein D, editors. Pichlmayrs Chirurgische Therapie: Allgemein-, Viszeral- und Transplantationschirurgie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2006:335-68.
- [41] Buell JF, Cherqui D, Geller DA, O'Rourke N, Iannitti D, Dagher I, Koffron AJ, Thomas M, Gayet B, Han HS, Wakabayashi G, Belli G, Kaneko H, Ker CG, Scatton O, Laurent A, Abdalla EK, Chaudhury P, Dutson E, Gamblin C, D'Angelica M, Nagorney D, Testa G, Labow D, Manas D, Poon RT, Nelson H, Martin R, Clary B, Pinson WC, Martinie J, Vauthey JN, Goldstein R, Roayaie S, Barlet D, Espat J, Abecassis M, Rees M, Fong Y, McMasters KM, Broelsch C, Busuttil R, Belghiti J, Strasberg S, Chari RS. The international position on laparoscopic liver surgery: The Louisville Statement, 2008. *Ann Surg* 2009;250:825-30.

- [42] Bechstein WO. Laparoskopische Leberchirurgie und Robotics. Schnitzbauer AA, editor. Expertise Allgemein- und Viszeralchirurgie Leber und Gallenwege. Stuttgart, New York, Dehli, Rio: Thieme Verlagsgruppe, 2018;
- [43] Keck T. Lagerung und Gravity Displacement. Germer CT, editor. Minimalinvasive Viszeralchirurgie Operative Expertise und Evidenz. Berlin: Springer, 2017:10-21.
- [44] Tsai KY, Chen HA, Wang WY, Huang MT. Long-term and short-term surgical outcomes of single-incision laparoscopic hepatectomy on anterolateral liver segments. *Surg Endosc* 2019;
- [45] Carus T. Laparoskopische Eingriffe an der Leber. In: Operationsatlas Laparoskopische Chirurgie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010:145-55.
- [46] Schön M, Justinger C. Laparoskopische Leberchirurgie. *Der Chirurg* 2017;
- [47] Drognitz O. Laparoskopische Leberchirurgie. Allgemein- und Viszeralchirurgie up2date. Stuttgart: Thieme Publishing Group, 2015;
- [48] Fink C, Baumann P, Wente MN, Knebel P, Bruckner T, Ulrich A, Werner J, Buchler MW, Diener MK. Incisional hernia rate 3 years after midline laparotomy. *Br J Surg* 2014;101:51-4.
- [49] Fischer L, Baumann P, Hüsing J, Seidlmayer C, Albertsmeier M, Franck A, Luntz S, Seiler CM, Knaebel H-P. A historically controlled, single-arm, multi-centre, prospective trial to evaluate the safety and efficacy of MonoMax(®) suture material for abdominal wall closure after primary midline laparotomy. ISSAAC-Trial [NCT005725079]. *BMC Surgery* 2008;8:12-.
- [50] Diener MK, Knebel P, Kieser M, Schüler P, Schiergens TS, Atanassov V, Neudecker J, Stein E, Thielemann H, Kunz R, von Frankenberg M, Schernikau U, Bunse J, Jansen-Winkeln B, Partecke LI, Prechtel G, Pochhammer J, Bouchard R, Hodina R, Beckurts KTE, Leißner L, Lemmens H-P, Kallinowski F, Thomusch O, Seehofer D, Simon T, Hyhlik-Dürr A, Seiler CM, Hackert T, Reissfelder C, Hennig R, Doerr-Harim C, Klose C, Ulrich A, Büchler MW. Effectiveness of triclosan-coated PDS Plus versus uncoated PDS II sutures for prevention of surgical site infection after abdominal wall closure: the randomised controlled PROUD trial. *The Lancet* 2014;384:142-52.
- [51] Ruiz-Tovar J, Alonso N, Ochagavía A, Arroyo A, Llaverro C. Effect of the Abdominal Fascial Closure with Triclosan-Coated Sutures in Fecal Peritonitis, on Surgical Site Infection, and Evisceration: A Retrospective Multi-Center Study. *Surgical Infections* 2018;19:61-4.

- [52] Übersicht resorbierbares Nahtmaterial. Ethicon, Johnson & Johnson Medical GmbH 2018, 2018. (Zugang unter <http://de.ethicon.com/healthcare-professionals/Unsere-Produkte/Nahtmaterial/Nahtmaterial-resorbierbar/%C3%9Cbersicht-resorbierbares-Nahtmaterial.>)
- [53] Olmez T, Berkesoglu M, Turkmenoglu O, Colak T. Effect of Triclosan-Coated Suture on Surgical Site Infection of Abdominal Fascial Closures. *Surg Infect (Larchmt)* 2019;20:658-64.
- [54] Gartti-Jardim EC, de Souza AP, de Souza Carvalho ACG, Pereira CCS, Okamoto R, Filho OM. Comparative study of the healing process when using Vicryl®, Vicryl Rapid®, Vicryl Plus®, and Monocryl® sutures in the rat dermal tissue. *Oral and Maxillofacial Surgery* 2013;17:293-8.
- [55] Wissing J, van Vroonhoven TJ, Schattenkerk ME, Veen HF, Ponsen RJ, Jeekel J. Fascia closure after midline laparotomy: results of a randomized trial. *Br J Surg* 1987;74:738-41.
- [56] Monomax. Tuttlingen: B.Braun, 2018. (Zugang März 15 2018, unter [https://www.bbraun.de/de/products/b/monomax.html.](https://www.bbraun.de/de/products/b/monomax.html))
- [57] Albertsmeier M, Seiler CM, Fischer L, Baumann P, Hüsing J, Seidlmayer C, Franck A, Jauch K-W, Knaebel H-P, Büchler MW. Evaluation of the safety and efficacy of MonoMax® suture material for abdominal wall closure after primary midline laparotomy—a controlled prospective multicentre trial: ISSAAC [NCT005725079]. *Langenbeck's Archives of Surgery* 2012;397:363-71.
- [58] Monomax, Innovation für den Bauchdeckenverschluss. Tuttlingen: B.Braun, (Zugang März 15 2018, unter [https://praximed.com/media/import/pdf/52295.pdf.](https://praximed.com/media/import/pdf/52295.pdf))
- [59] Jin S, Fu Q, Wuyun G, Wuyun T. Management of post-hepatectomy complications. *World J Gastroenterol* 2013;19:7983-91.
- [60] Gheorghe A, Roberts TE, Pinkney TD, Bartlett DC, Morton D, Calvert M, on behalf of the West Midlands Research C, the RTI. The Cost-Effectiveness of Wound-Edge Protection Devices Compared to Standard Care in Reducing Surgical Site Infection after Laparotomy: An Economic Evaluation alongside the ROSSINI Trial. *PLoS ONE* 2014;9:e95595.
- [61] Prävention postoperativer Infektionen im Operationsgebiet. Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung- Gesundheitsschutz, 2007. (Zugang März 25 2018, unter [http://edoc.rki.de/documents/rki_ab/reKNpBgNk2ng/PDF/297Gug15s01A.pdf.](http://edoc.rki.de/documents/rki_ab/reKNpBgNk2ng/PDF/297Gug15s01A.pdf))

- [62] Shen AY, Haddad EJ, Hunter-Smith DJ, Rozen WM. Efficacy and adverse effects of topical chloramphenicol ointment use for surgical wounds: a systematic review. ANZ Journal of Surgery 0:
- [63] Heger P, Pianka F, Diener MK, Mihaljevic AL. Aktuelle Studienlage zum Bauchdeckenverschluss. Der Chirurg 2016;87:737-43.
- [64] Fleischer GM, Rennert A, Rühmer M. Die infizierte Bauchdecke und der Platzbauch. Der Chirurg 2000;71:754-62.
- [65] Andreae S. Platzbauch. Andreae S, editor. Lexikon der Krankheiten und Untersuchungen. Stuttgart: Thieme, 2008:832-3.
- [66] Ramneesh G, Sheerin S, Surinder S, Bir S. A Prospective Study of Predictors for Post Laparotomy Abdominal Wound Dehiscence. Journal of Clinical and Diagnostic Research : JCDR 2014;8:80-3.
- [67] Halligan S, Parker SG, Plumb AA, Windsor ACJ. Imaging complex ventral hernias, their surgical repair, and their complications. European Radiology 2018;
- [68] Lammers BJ, Bär A. Chirurgie der Narbenhernien. Allgemein- und Viszeralchirurgie up2date 2013;7:187-98.
- [69] Casadei R, Ricci C, Pezzilli R, Calculli L, D'Ambra M, Taffurelli G, Minni F. Assessment of complications according to the Clavien-Dindo classification after distal pancreatectomy. Journal of the pancreas 2011;12:126-30.
- [70] Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. Hillsdale Lawrence Erlbaum Associates, 1988:
- [71] Logistische Regressionsanalyse. Zürich: Universität Zürich, (Zugang 10.12.2019, unter https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/zusammenhaenge/lreg.html.)
- [72] ASA Physical Status Classification System. Washington D.C.: American Society of Anesthesiologists, (Zugang 30.03.2019, unter <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/asa-physical-status-classification-system>.)
- [73] Walming S, Angenete E, Block M, Bock D, Gessler B, Haglind E. Retrospective review of risk factors for surgical wound dehiscence and incisional hernia. BMC Surg 2017;17:19.
- [74] Sandy-Hodgetts K, Carville K, Leslie GD. Determining risk factors for surgical wound dehiscence: a literature review. Int Wound J 2015;12:265-75.

- [75] van Ramshorst GH, Nieuwenhuizen J, Hop WC, Arends P, Boom J, Jeekel J, Lange JF. Abdominal wound dehiscence in adults: development and validation of a risk model. *World J Surg* 2010;34:20-7.
- [76] Gislason H, Gronbech JE, Soreide O. Burst abdomen and incisional hernia after major gastrointestinal operations--comparison of three closure techniques. *Eur J Surg* 1995;161:349-54.
- [77] Jaiswal NK, Shekhar S. Study of burst abdomen: it's causes and management. 2018 2018;5:6.
- [78] Pavlidis TE, Galatianos IN, Papaziogas BT, Lazaridis CN, Atmatzidis KS, Makris JG, Papaziogas TB. Complete dehiscence of the abdominal wound and incriminating factors. *Eur J Surg* 2001;167:351-4; discussion 5.
- [79] Webster C, Neumayer L, Smout R, Horn S, Daley J, Henderson W, Khuri S. Prognostic models of abdominal wound dehiscence after laparotomy. *J Surg Res* 2003;109:130-7.
- [80] Hahler B. Surgical wound dehiscence. *Medsurg Nurs* 2006;15:296-300; quiz 1.
- [81] Hede P, Sorensson MA, Polleryd P, Persson K, Hallgren T. Influence of BMI on short-term surgical outcome after colorectal cancer surgery: a study based on the Swedish national quality registry. *Int J Colorectal Dis* 2015;30:1201-7.
- [82] Gislason H, Soreide O, Viste A. Wound complications after major gastrointestinal operations. The surgeon as a risk factor. *Dig Surg* 1999;16:512-4.
- [83] Aksamija G, Mulabdic A, Rasic I, Aksamija L. Evaluation of Risk Factors of Surgical Wound Dehiscence in Adults After Laparotomy. *Med Arch* 2016;70:369-72.
- [84] Makela JT, Kiviniemi H, Juvonen T, Laitinen S. Factors influencing wound dehiscence after midline laparotomy. *Am J Surg* 1995;170:387-90.
- [85] Broughton G, 2nd, Janis JE, Attinger CE. Wound healing: an overview. *Plast Reconstr Surg* 2006;117:1e-S-32e-S.
- [86] Fleischer GM, Rennert A, Ruhmer M. [Infected abdominal wall and burst abdomen]. *Chirurg* 2000;71:754-62.
- [87] Niggebrugge AH, Trimbos JB, Hermans J, Steup WH, Van De Velde CJ. Influence of abdominal-wound closure technique on complications after surgery: a randomised study. *Lancet* 1999;353:1563-7.
- [88] Gok MA, Kafadar MT, Yegen SF. Comparison of negative-pressure incision management system in wound dehiscence: A prospective, randomized, observational study. *J Med Life* 2019;12:276-83.

- [89] Riou JP, Cohen JR, Johnson H, Jr. Factors influencing wound dehiscence. *Am J Surg* 1992;163:324-30.
- [90] Sharif-Kashani B, Shahabi P, Mandegar MH, Saliminejad L, Bikdeli B, Behzadnia N, Heydari G, Sharifi H, Aidanlou S. Smoking and wound complications after coronary artery bypass grafting. *J Surg Res* 2016;200:743-8.
- [91] Dryden M, Baguneid M, Eckmann C, Corman S, Stephens J, Solem C, Li J, Charbonneau C, Baillon-Plot N, Haider S. Pathophysiology and burden of infection in patients with diabetes mellitus and peripheral vascular disease: focus on skin and soft-tissue infections. *Clin Microbiol Infect* 2015;21 Suppl 2:S27-32.
- [92] Kokudo T, Uldry E, Demartines N, Halkic N. Risk factors for incisional and organ space surgical site infections after liver resection are different. *World J Surg* 2015;39:1185-92.
- [93] Sadamori H, Yagi T, Shinoura S, Umeda Y, Yoshida R, Satoh D, Nobuoka D, Utsumi M, Yoshida K, Fujiwara T. Risk factors for organ/space surgical site infection after hepatectomy for hepatocellular carcinoma in 359 recent cases. *J Hepatobiliary Pancreat Sci* 2013;20:186-96.
- [94] Chen ZS, Zhu SL, Qi LN, Li LQ. A combination of subcuticular suture and enhanced recovery after surgery reduces wound complications in patients undergoing hepatectomy for hepatocellular carcinoma. *Sci Rep* 2018;8:12942.
- [95] Okabayashi T, Nishimori I, Yamashita K, Sugimoto T, Yatabe T, Maeda H, Kobayashi M, Hanazaki K. Risk factors and predictors for surgical site infection after hepatic resection. *J Hosp Infect* 2009;73:47-53.
- [96] Kobayashi S, Gotohda N, Nakagohri T, Takahashi S, Konishi M, Kinoshita T. Risk factors of surgical site infection after hepatectomy for liver cancers. *World J Surg* 2009;33:312-7.
- [97] Nanashima A, Arai J, Oyama S, Ishii M, Abo T, Wada H, Takagi K, Tsuchiya T, Nagayasu T. Associated factors with surgical site infections after hepatectomy: predictions and countermeasures by a retrospective cohort study. *Int J Surg* 2014;12:310-4.
- [98] Moreno Elola-Olaso A, Davenport DL, Hundley JC, Daily MF, Gedaly R. Predictors of surgical site infection after liver resection: a multicentre analysis using National Surgical Quality Improvement Program data. *HPB (Oxford)* 2012;14:136-41.

- [99] Luo F, Zhou J, Yan W. A comparative study of laparoscopic precise hepatectomy with conventional open hepatectomy in the treatment of primary hepatocellular cancer. *J buon* 2019;24:1943-9.
- [100] Wabitsch S, Kastner A, Haber PK, Benzing C, Krenzien F, Andreou A, Kamali C, Lenz K, Pratschke J, Schmelzle M. Laparoscopic Versus Open Liver Resection for Benign Tumors and Lesions: A Case Matched Study with Propensity Score Matching. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2019;
- [101] Harimoto N, Ikeda T, Takeishi K, Itoh S, Yamashita Y, Ikegami T, Yoshizumi T, Kawanaka H, Shirabe K, Maehara Y. Outcomes After Laparoscopic Hepatectomy in the Semi-prone Position for Hepatocellular Carcinoma Located in Segment 6, 7, or 8. *Anticancer Res* 2015;35:4167-70.
- [102] Zhang B, Pan Y, Chen K, Maher H, Chen MY, Zhu HP, Zhu YB, Dai Y, Chen J, Cai XJ. Laparoscopy-Assisted versus Open Hepatectomy for Live Liver Donor: Systematic Review and Meta-Analysis. *Can J Gastroenterol Hepatol* 2017;2017:2956749.
- [103] Kitajima T, Kaido T, Iida T, Seo S, Taura K, Fujimoto Y, Ogawa K, Hatano E, Okajima H, Uemoto S. Short-term outcomes of laparoscopy-assisted hybrid living donor hepatectomy: a comparison with the conventional open procedure. *Surg Endosc* 2017;31:5101-10.
- [104] Choi HJ, You YK, Na GH, Hong TH, Shetty GS, Kim DG. Single-port laparoscopy-assisted donor right hepatectomy in living donor liver transplantation: sensible approach or unnecessary hindrance? *Transplant Proc* 2012;44:347-52.
- [105] Hirokawa F, Hayashi M, Miyamoto Y, Asakuma M, Shimizu T, Komeda K, Inoue Y, Uchiyama K. Short- and long-term outcomes of laparoscopic versus open hepatectomy for small malignant liver tumors: a single-center experience. *Surg Endosc* 2015;29:458-65.
- [106] Bagante F, Spolverato G, Strasberg SM, Gani F, Thompson V, Hall BL, Bentrem DJ, Pitt HA, Pawlik TM. Minimally Invasive vs. Open Hepatectomy: a Comparative Analysis of the National Surgical Quality Improvement Program Database. *J Gastrointest Surg* 2016;20:1608-17.
- [107] Rao A, Rao G, Ahmed I. Laparoscopic vs. open liver resection for malignant liver disease. A systematic review. *Surgeon* 2012;10:194-201.
- [108] Lopez-Ben S, Palacios O, Codina-Barreras A, Albiol MT, Falgueras L, Castro E, Figueras J. Pure laparoscopic liver resection reduces surgical site infections and hospital

- stay. Results of a case-matched control study in 50 patients. *Langenbecks Arch Surg* 2014;399:307-14.
- [109] Wu S, Yu XP, Tian Y, Siwo EA, Li Y, Yu H, Yao D, Lv C. Transumbilical single-incision laparoscopic resection of focal hepatic lesions. *Jsls* 2014;18:
- [110] Teramoto K, Kawamura T, Takamatsu S, Noguchi N, Nakamura N, Ariei S. Laparoscopic and thoracoscopic partial hepatectomy for hepatocellular carcinoma. *World J Surg* 2003;27:1131-6.
- [111] Chida K, Watanabe J, Suwa Y, Suwa H, Momiyama M, Ishibe A, Ota M, Kunisaki C, Endo I. Risk factors for incisional surgical site infection after elective laparoscopic colorectal surgery. *Ann Gastroenterol Surg* 2019;3:202-8.
- [112] Kosuga T, Ichikawa D, Komatsu S, Kubota T, Okamoto K, Konishi H, Shiozaki A, Fujiwara H, Otsuji E. Clinical and surgical factors associated with organ/space surgical site infection after laparoscopic gastrectomy for gastric cancer. *Surg Endosc* 2017;31:1667-74.
- [113] Dahl RM, Wetterslev J, Jorgensen LN, Rasmussen LS, Moller AM, Meyhoff CS. The association of perioperative dexamethasone, smoking and alcohol abuse with wound complications after laparotomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 2014;58:352-61.
- [114] Babior BM. Oxygen-dependent microbial killing by phagocytes (first of two parts). *N Engl J Med* 1978;298:659-68.
- [115] Khullar D, Maa J. The impact of smoking on surgical outcomes. *J Am Coll Surg* 2012;215:418-26.
- [116] Gastaldelli A, Folli F, Maffei S. Impact of tobacco smoking on lipid metabolism, body weight and cardiometabolic risk. *Curr Pharm Des* 2010;16:2526-30.
- [117] Szabo G, Mandrekar P. A recent perspective on alcohol, immunity, and host defense. *Alcohol Clin Exp Res* 2009;33:220-32.
- [118] Dolganiuc A, Kodys K, Kopasz A, Marshall C, Mandrekar P, Szabo G. Additive inhibition of dendritic cell allostimulatory capacity by alcohol and hepatitis C is not restored by DC maturation and involves abnormal IL-10 and IL-2 induction. *Alcohol Clin Exp Res* 2003;27:1023-31.
- [119] Bucknall TE, Ellis H. Abdominal wound closure--a comparison of monofilament nylon and polyglycolic acid. *Surgery* 1981;89:672-7.
- [120] Singh G, Ahluwalia R. A comparison between mass closure and layered closure of midline abdominal incisions. *Medical Journal of Dr. D.Y. Patil University* 2012;5:23-6.

- [121] Bucknall TE, Cox PJ, Ellis H. Burst abdomen and incisional hernia: a prospective study of 1129 major laparotomies. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1982;284:931-3.
- [122] Comparative study between mass closure (single layer) vs layer wise closure of midline incisions. *International Journal Of Current Research*, 2010. (Zugang 06.12.2019, unter <http://www.journalcra.com/article/comparative-study-between-mass-closure-single-layer-vs-layer-wise-closure-midline-incisions>.)
- [123] Chowdhury SK, Choudhury SD. Mass closure versus layer closure of abdominal wound: a prospective clinical study. *J Indian Med Assoc* 1994;92:229-32.
- [124] Bande A, Saxena D, B. Nichkaode P, Akhtar M. A comparative study of single layer closure versus conventional layered closure of laparotomy wounds. 2018 2018;5:5.
- [125] Hodgson NC, Malthaner RA, Ostbye T. The search for an ideal method of abdominal fascial closure: a meta-analysis. *Ann Surg* 2000;231:436-42.
- [126] Henriksen NA, Deerenberg EB, Venclauskas L, Fortelny RH, Miserez M, Muysoms FE. Meta-analysis on Materials and Techniques for Laparotomy Closure: The MATCH Review. *World J Surg* 2018;42:1666-78.
- [127] Israelsson LA, Jonsson T. Suture length to wound length ratio and healing of midline laparotomy incisions. *Br J Surg* 1993;80:1284-6.
- [128] Millbourn D, Cengiz Y, Israelsson LA. Effect of stitch length on wound complications after closure of midline incisions: a randomized controlled trial. *Arch Surg* 2009;144:1056-9.
- [129] Deerenberg EB, Harlaar JJ, Steyerberg EW, Lont HE, van Doorn HC, Heisterkamp J, Wijnhoven BP, Schouten WR, Cense HA, Stockmann HB, Berends FJ, Dijkhuizen FPH, Dwarkasing RS, Jairam AP, van Ramshorst GH, Kleinrensink GJ, Jeekel J, Lange JF. Small bites versus large bites for closure of abdominal midline incisions (STITCH): a double-blind, multicentre, randomised controlled trial. *Lancet* 2015;386:1254-60.
- [130] Lewis RT, Wiegand FM. Natural history of vertical abdominal parietal closure: Prolene versus Dexon. *Can J Surg* 1989;32:196-200.
- [131] Patel SV, Paskar DD, Nelson RL, Vedula SS, Steele SR. Closure methods for laparotomy incisions for preventing incisional hernias and other wound complications. *Cochrane Database Syst Rev* 2017;11:Cd005661.
- [132] Diener MK, Voss S, Jensen K, Buchler MW, Seiler CM. Elective midline laparotomy closure: the INLINE systematic review and meta-analysis. *Ann Surg* 2010;251:843-56.
- [133] Deshmukh SN, Maske AN. Mass closure versus layered closure of midline laparotomy incisions: a prospective comparative study. 2018 2018;5:4.

- [134] Hoer J, Lawong G, Klinge U, Schumpelick V. [Factors influencing the development of incisional hernia. A retrospective study of 2,983 laparotomy patients over a period of 10 years]. *Chirurg* 2002;73:474-80.
- [135] Leaper DJ, Allan A, May RE, Corfield AP, Kennedy RH. Abdominal wound closure: a controlled trial of polyamide (nylon) and polydioxanone suture (PDS). *Ann R Coll Surg Engl* 1985;67:273-5.
- [136] Bloemen A, van Dooren P, Huizinga BF, Hoofwijk AG. Randomized clinical trial comparing polypropylene or polydioxanone for midline abdominal wall closure. *Br J Surg* 2011;98:633-9.
- [137] Krukowski ZH, Cusick EL, Engeset J, Matheson NA. Polydioxanone or polypropylene for closure of midline abdominal incisions: a prospective comparative clinical trial. *Br J Surg* 1987;74:828-30.
- [138] Naz S, Memon SA, Jamali MA, Ahmed MR, Almani T. Polydioxanone Versus Polypropylene Closure For Midline Abdominal Incisions. *J Ayub Med Coll Abbottabad* 2017;29:591-4.
- [139] Odermatt EK, Funk L, Bargon R, Martin DP, Rizk S, Williams SF. MonoMax Suture: A New Long-Term Absorbable Monofilament Suture Made from Poly-4-Hydroxybutyrate. *International Journal of Polymer Science* 2012;2012:

8 Eidesstaatliche Versicherung

„Ich, Franziska Maria Fritsch, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Einfluss des verwendeten Nahtmaterials auf die Entwicklung einer Fasziendehiszenz nach offen chirurgischer Leberresektion - eine retrospektive Datenanalyse“ (engl.: „The influence of the suture material on the occurrence of fascial dehiscences after open liver resection – a retrospective data analysis“) 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.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Erstbetreuer/in, 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

9 Lebenslauf

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

10 Danksagung

Ich möchte mich bei allen bedanken, die mich während des Studiums und der Promotion unterstützt haben:

Zunächst möchte ich mich herzlich bei meinem Doktorvater und Betreuer PD Dr. Christian Benzing für die Überlassung dieses sehr interessanten und relevanten Promotionsthemas bedanken. Außerdem danke ich ihm für die Einarbeitung, seine stete Hilfsbereitschaft, die regelmäßigen Treffen sowie dem regen wissenschaftlichen Austausch.

Ich danke meinen lieben Freunden, insbesondere Andrea und Helene, für die Unterstützung bei dieser Arbeit.

Mein größter Dank gilt jedoch meiner Familie, ganz besonders meinen Eltern. Sie haben mich nicht nur während der Zeit meines Studiums und der Fertigstellung der Dissertation emotional unterstützt und motiviert, sondern standen hinter jeder meiner Entscheidungen, hinter jeder Idee und haben mir so meinen Lebensweg ermöglicht.

Meiner Schwester danke ich für ihre hilfreichen und klugen Ratschläge, ihre Diskussionsbereitschaft sowie ihre immer positive Art die Dinge zu betrachten.

Zuletzt danke ich von ganzem Herzen meinem Verlobten. Danke für deine unermüdliche Unterstützung, dein Verständnis und deine Kraft, die du mir gibst.