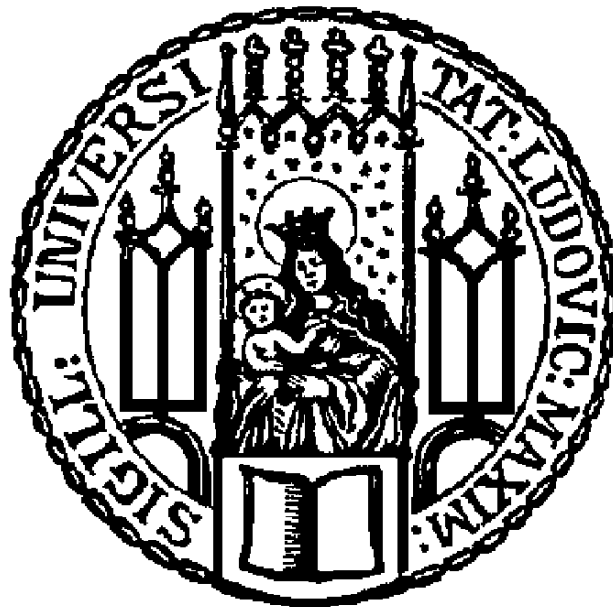


Aus der Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Transplantationschirurgie
Klinik der Universität München
Direktor: Prof. Dr. Jens Werner

Management und Outcome bei Patienten mit Viszeralarterienaneurysmen

Dissertation zum Erwerb des Doktorgrades der Humanmedizin an der Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München



eingereicht von
Miriam Jell aus
Wasserburg am Inn
2023

**Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München**

Berichterstatter:

Prof. Dr. Markus Rentsch

Mitberichterstatter:

Prof. Dr. Nikolaos Tsilimparis

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter:

Dr. Maximilian Lerchenberger

Dekan:

Prof. Dr. Thomas Gudermann

Tag der mündlichen Prüfung:

09.02.2023

Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
Aa.	Arteriae
AGD	A. gastroduodenalis
AGS	A. gastrica sinistra
AL	A. lienalis
AMI	A. mesenterica inferior
AMS	A. mesenterica superior
Angio	Angiografie
APD	A. pancreaticoduodenalis
BAA	Bauchaortenaneurysma
CT	Computertomografie
KHK	Koronare Herzkrankheit
LMU	Ludwig-Maximilians-Universität München
MRT	Magnetresonanztomografie
pAVK	Periphere arterielle Verschlusskrankheit
PTFE	Polytetrafluorethylen
TC	Truncus coeliacus
V.	Vena
VAA	Viszeralarterienaneurysma

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	5
2	Einleitung.....	8
2.1	Aneurysmen	8
2.1.1	Definition.....	8
2.1.2	Einteilung.....	8
2.1.2.1	Morphologische Typen	8
2.1.2.2	Formalpathogenetische Typen	8
2.1.2.3	Kausalpathogenetische Typen.....	9
2.2	Viszeralarterienaneurysmen	11
2.2.1	Anatomie	11
2.2.2	Ätiologie	12
2.2.3	Inzidenz	13
2.2.4	Diagnostik	14
2.2.5	Therapeutische Verfahren	15
2.2.5.1	Offene chirurgische Therapie	16
2.2.5.2	Interventionelle Therapie	16
2.3	Entwicklung der arteriellen Gefäßchirurgie.....	17
2.3.1	Entwicklung der Gefäßchirurgie.....	17
2.3.2	Entwicklung endovaskulärer gefäßchirurgischer Verfahren	18
3	Ziel der Studie	19
4	Material und Methoden.....	20
4.1	Patientenkollektiv	20
4.2	Datenerhebung.....	20
4.3	Radiologische Analysen	21
4.4	Datenschutz	21
4.5	Statistische Auswertung.....	21
4.6	Clavien-Dindo Klassifikation	21
4.7	Charlson-Komorbiditätsindex	23
5	Ergebnisse.....	25
5.1	Allgemeine Patientendaten	25
5.2	Lokalisation.....	26
5.3	Morphologie	28
5.4	Ätiologie.....	28
5.5	Therapie	31
5.5.1	Chirurgisch	31
5.5.2	Interventionell	31
5.6	Komplikationen	33
5.7	Hospitalisation	36
5.8	Morbidität	37
6	Diskussion	39
7	Literaturverzeichnis	45
8	Abbildungsverzeichnis.....	49
9	Tabellenverzeichnis.....	50
10	Danksagung	51
11	Eidesstattliche Versicherung.....	52

1 Zusammenfassung

1.1 Ziel der Studie

Das Ziel der Studie war es, postoperative Verläufe zwischen Patienten, die offen chirurgisch versorgt wurden und Patienten, die sich einer interventionell-radiologischen Behandlung unterzogen, zu vergleichen.

1.2 Material und Methoden

Für die vorliegende Arbeit wurden retrospektiv 57 Patienten eingeschlossen, die im Zeitraum von Januar 1995 bis Dezember 2016 an der Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Gefäß- und Transplantationschirurgie der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) aufgrund eines oder mehrerer Viszeralarterienaneurysmen behandelt wurden. Für die Datenerhebung wurden Patientenakten, Operationsberichte, Anamnesebögen, prä- und postoperative Untersuchungsbefunde, Entlassungsberichte, sowie Befunde aus der Radiologie analysiert.

1.3 Ergebnisse

In 30 % der Fälle lag ein Aneurysma der *A. lienalis* vor, in 28 % ein Aneurysma der *A. hepatica communis*, in 19 % ein Aneurysma der *A. mesenterica superior*, in 16 % ein Aneurysma der *A. gastroduodenalis*, in 5 % ein Aneurysma der *A. gastrica sinistra* und in 2 % ein Aneurysma der *A. pancreaticoduodenalis*. Häufigste Ursache für Viszeralarterienaneurysmen war eine Arteriosklerose, gefolgt von einer Pankreatitis. Seltenerere Ursachen stellten mykotische Aneurysmen, eine Vaskulitis, fibromuskuläre Dysplasie, Nahtaneurysmen und traumaassoziierte Aneurysmen dar. In 35 % der Fälle blieb die Ursache unklar.

Bei 21 Patienten lag eine notfallmäßige Behandlung vor, in 36 Fällen eine elektive Versorgung. Intra- und postoperative Komplikationen wurden mittels Charlson-Komorbiditätsindex eingeteilt. Insgesamt verstarben drei Patienten, ein Patient nach notfallmäßiger chirurgischer Behandlung, ein Patient nach notfallmäßiger endovaskulärer Behandlung und ein Patient nach elektiver chirurgischer Therapie. Die Reinterventions-/Reoperationsrate lag in der elektiven Situation in beiden Gruppen bei jeweils 25 %. Im Notfall zeigte sich in der endovaskulär versorgten Gruppe eine Reinterventionsrate von 14 %, in der chirurgisch versorgten Gruppe eine Reoperationsrate von 7 %. Unsere Daten zeigen,

dass Patienten mit höherem Komorbiditätenindex häufiger Komplikationen nach endovaskulärer Behandlung entwickelten und ein erhöhtes Risiko für einen Therapieabbruch bestand. Bei drei Patienten kam es während eines endovaskulären Verfahrens zu einem Behandlungsabbruch, in zwei Fällen im Rahmen eines elektiven Eingriffs, in einem Fall lag eine Notfallbehandlung vor. Die endovaskuläre Behandlung in elektiven Fällen ging in unserer Studie mit einer deutlich kürzeren Krankenhausaufenthaltsdauer einher.

1.4 Schlussfolgerung

Unsere gesammelten Daten zeigen eine Balance zwischen chirurgischer und endovaskulärer Therapie. Der Paradigmenwechsel von der alleinigen chirurgischen zur fast ausschließlich endovaskulären Behandlung spiegelt sich nicht in unseren Daten wider. Wir empfehlen einen primär endovaskulären Ansatz bei Patienten mit ausgeprägten Komorbiditäten.

1 Summary

1.1 Aim of the Study

The aim of the study was to compare postoperative courses between patients who received surgical treatment and patients who underwent interventional radiological treatment.

1.2 Material and Methods

A retrospective analysis was performed on 57 patients who were treated for one or more visceral artery aneurysms at the Clinic for General, Visceral, Vascular and Transplant Surgery of the University of Munich (LMU) between January 1995 and December 2016. Patient files, surgery reports, patient history, pre- and postoperative examination findings, discharge reports and findings from radiology were evaluated.

1.3 Results

30 % were aneurysms of the splenic artery, 28 % were aneurysms of the hepatic artery, the superior mesenteric artery was affected in 19 %, the gastroduodenal artery in 16 %, the left gastric artery in 5 %, and the pancreaticoduodenal artery in 2 %. The most common etiology

of visceral artery aneurysms was atherosclerosis, followed by pancreatitis. Rare causes were mycotic aneurysms, vasculitis, fibromuscular dysplasia, suture aneurysms, and trauma. In 35 % no etiology was found. 21 patients underwent emergency surgery, 36 patients underwent elective surgery. Intra- and postoperative complications were classified using the Charlson Comorbidity Index. Three patients died, one after emergency surgery, one after emergency endovascular treatment, and one patient who underwent elective surgical treatment. Reintervention/reoperation rate in elective causes in both groups was 25 % each. The reintervention rate in patients undergoing emergency endovascular treatment was 14 %, the reoperation rate after emergency surgery was 7 %. Our data show that patients with a higher Charlson Comorbidity Index developed complications after endovascular treatment more often and there was an increased risk of termination of treatment. Endovascular treatment had to be discontinued in three cases, in two cases as part of an elective procedure, and in one case during emergency treatment. Elective endovascular treatment was associated with a significantly shorter total hospitalization period.

1.4 Conclusion

Our collected data show a balance of surgical and endovascular therapy. We do not see the paradigm shift from sole surgical to almost exclusive interventional treatment in our data. We recommend a primary endovascular approach in patients with severe comorbidities.

2 Einleitung

2.1 Aneurysmen

2.1.1 Definition

Als Aneurysma bezeichnet man eine permanente lokalisierte Gefäßerweiterung um mehr als 50 % im Vergleich zum normalen Durchmesser. Bei der Angiektasie handelt es sich um Erweiterungen mit weniger als 150 % des Gefäßdurchmessers [1].

2.1.2 Einteilung

Aneurysmen können nach ihrer makroskopischen Form, der Wandbeteiligung oder hinsichtlich ihrer Ursachen eingeteilt werden [2].

2.1.2.1 Morphologische Typen

- Sackförmige Aneurysmen mit einer ballonförmigen Gefäßaussackung, wobei der Durchmesser 15-20 cm betragen kann
- Spindelförmige Aneurysmen mit gleichförmiger Aufweitung der Gefäßwand, die auf den ursprünglichen Gefäßdurchmesser wieder zurückgeht
- Zylindrische Aneurysmen mit abrupter walzenförmiger Gefäßerweiterung, die gleichermaßen wieder ins normale Gefäß übergeht
- Kahnförmige Aneurysmen zeigen eine einseitige Gefäßdilataion, der gegenüberliegende Wandabschnitt bleibt unverändert
- Geschlängelte Aneurysmen, bei denen asymmetrische Gefäßausweitungen dicht aufeinanderfolgen, was im betroffenen Gefäßabschnitt zu einer windungsartigen Ausbuchtung führt (typisch z.B. bei den großen Beckenarterien).

2.1.2.2 Formalpathogenetische Typen

Die Beschaffenheit eines Aneurysmas kann aus allen drei Gefäßwandschichten, nur Teilen davon oder ohne eigene Gefäßwandschichten bestehen. Daraus ergibt sich eine formalpathogenetische Einteilung in die drei folgenden Aneurysmatypen:

- Beim echten Aneurysma (= *Aneurysma verum*) liegt eine Beteiligung aller drei Gefäßwandschichten vor, wobei die komplette Gefäßwand entweder durch eine angeborene

Mediafehlbildung, Arteriosklerose oder eine Entzündung geschwächt wird, was dann zu einer Dilatation führt.

- Beim unechten Aneurysma (= *Aneurysma spurium*) kommt es im Rahmen einer Gefäßverletzung zu einer Blutung in die angrenzende Gefäßwand mit Hämatombildung. Ein länger bestehendes Aneurysma führt zur Bildung von Granulationsgewebe mit konsekutiver Endothelialisierung.
- Das dissezierende Aneurysma (= *Aneurysma dissecans*) kommt v.a. bei Patienten im mittleren Alter und bevorzugt bei Männern (m:w = 2:1) vor. Prädispositionsstellen sind die aufsteigende Aorta und der Aortenbogen, wo die Kräfte des Blutstromes am wirksamsten und die Blutdruckschwankungen am intensivsten sind. Es entsteht in der Folge ein Intimaeinriss, wobei sich das Blut in die pathologisch aufgelockerte Media wühlt und sie in Richtung des Blutstromes kanalisiert. Es bildet sich so ein zweites „Pseudogefäßlumen“ und nach einem zweiten Intimaeinriss mündet der Blutstrom weiter distal wieder in das reguläre Lumen ein.

2.1.2.3 Kausalpathogenetische Typen

- Ein kongenitales Aneurysma entsteht durch eine anlagemäßig bedingte Gefäßwandschwäche, die entweder auf kongenitale Mediadefekte oder eine Insuffizienz der Mediamyozyten zurückzuführen ist. Kongenitale Aneurysmen machen 21 % aller Aneurysmen aus.
- Das arteriosklerotische Aneurysma tritt in bis zu 65 % aller Aneurysmen auf, wobei das männliche Geschlecht wesentlich häufiger betroffen ist (m:w = 5:1). Betroffen ist vorwiegend die Bauchaorta unterhalb der Nierenarterienabgänge sowie die Poplitealregion. Beim arteriosklerotischen *Aneurysma verum* ist pathogenetisch eine Schädigung der Mediamyozyten vorliegend, was zu einem fortschreitenden Rückgang der Myozyten mit nachfolgendem Kontraktilitätsverlust und so zur Gefäßerweiterung führt. Beim arteriosklerotischen *Aneurysma dissecans* ist der pathogenetische Ausgangspunkt eine ulzerierende arteriosklerotische Plaque mit chronischer Entzündungsreaktion. In 90 % der arteriosklerotischen Aneurysmen liegt eine nichtentzündliche Form vor.
- Das dissezierende Aneurysma ist gekennzeichnet durch eine zystische Medianekrose. Weitere Ursachen sind Entzündung, Arteriosklerose oder Trauma.
- Das luische Aneurysma kommt typischerweise im Rahmen einer tertiären Lues (= kardiovaskuläre Lues) vor. Dabei kommt es zu einer spezifischen Aortenentzündung, die *Mesaortitis luica*, die zu einem *Aneurysma verum* führt.

- Das mykotische Aneurysma ist eine seltene Manifestationsform, bei dem entweder Bakterien, z.B. bei *Endocarditis ulceropolyposa* oder Erreger von außen, z.B. bei Katheterinfektion die Gefäßwand zerstören.
- Beim arteriovenösen Aneurysma handelt es sich morphologisch um eine arteriovenöse Fistel, die im Rahmen einer kongenitalen Fehlbildung, Ruptur eines Arterienwandaneurysmas, traumatische Gefäßverletzung oder durch entzündliche Nekrose benachbarter Gefäße bedingt sein kann [3].

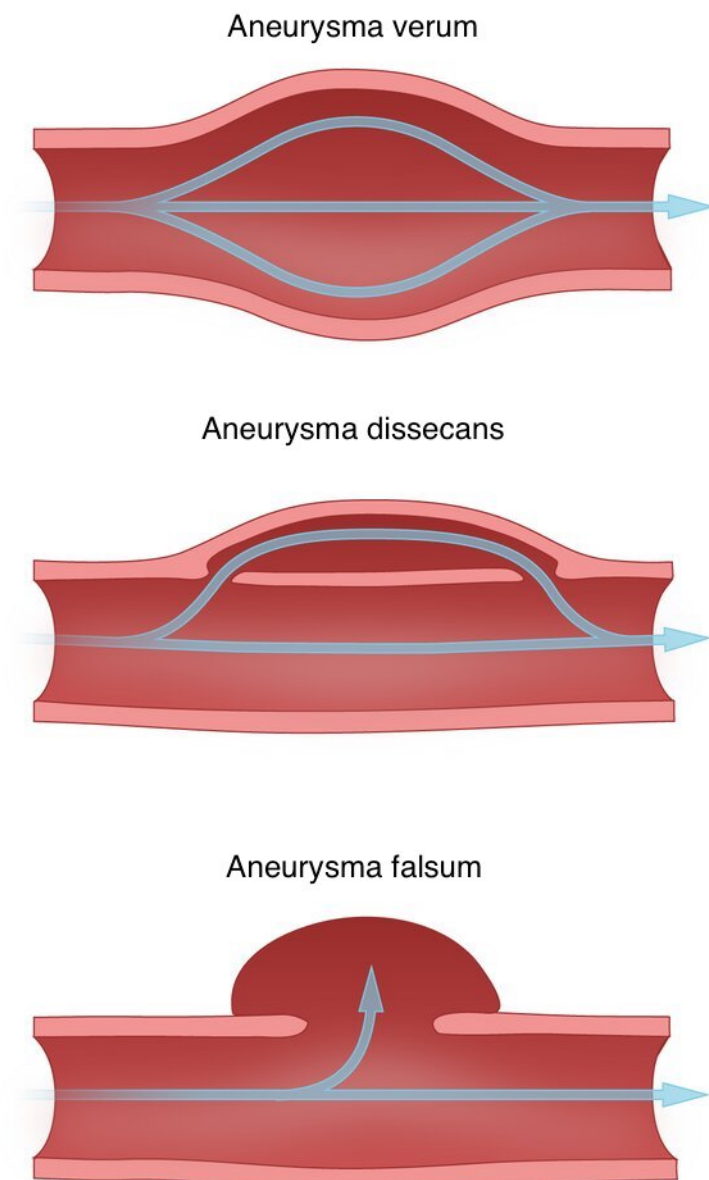


Abbildung 1: Übersicht über die verschiedenen Aneurysmaformen
Entnommen und übersetzt aus [4]

2.2 Viszeralarterienaneurysmen

2.2.1 Anatomie

Der viszerale Gefäßbaum wird als das am weitesten verzweigte regionale vaskuläre System des Organismus beschrieben. Es zeichnet sich durch zahlreiche Kollateralisations- und Kompensationsmöglichkeiten aus [5]. Die *Aorta abdominalis* tritt im *Hiatus aorticus* in der Medianebene in den Bauchraum ein. Im Bereich des 4. Lendenwirbelkörpers liegt die *Bifurcatio aortae*. Dort teilt sich die *Aorta abdominalis* in die *Aa. iliacae communes*. Die *Aorta abdominalis* gibt im Bauchraum zunächst die *Aa. phrenicae inferiores dexter* und *sinister* ab. Direkt unterhalb geht der *Truncus coeliacus* hervor. Daraus entspringen in ca. 70 % der Fälle *A. gastrica sinistra*, *A. hepatica communis* und *A. splenica (lienalis)*. Die *A. mesenterica superior* entspringt ca. 1 cm unterhalb des *Truncus coeliacus* aus der *Aorta abdominalis*. Zu ihrem Versorgungsgebiet zählen Pankreaskopf, das Duodenum, der gesamte Dünndarm und das Kolon bis zur linken Flexur (*Griffith-Punkt*). Bei der *Bühler-Anastomose* handelt es sich um eine embryonal angelegte ventrale Anastomose, eine Anastomose zwischen *A. mesenterica superior* und *Truncus coeliacus*, die nur in 1-2 % vorkommt. *A. gastroduodenalis*, die Arkade der *A. pancreaticoduodenalis* und *A. pancreatica dorsalis* stellen die häufigsten und wichtigsten Anastomosen zwischen *A. mesenterica* und *Truncus coeliacus* dar [6]. Ungefähr 5 cm über der *Bifurcatio aortae* entspringt die *A. mesenterica inferior*, die schwächste der drei viszeralen Hauptarterien aus der *Aorta abdominalis*. Sie versorgt die linke Kolonflexur bis zum Rektum. Bei einem Verschluss der *A. mesenterica superior* oder *A. mesenterica inferior* kann über die *Riolan-Anastomose*, eine Anastomose zwischen der aus der *A. mesenterica superior* stammenden *A. colica media* und der aus der *A. mesenterica inferior* kommenden *A. colica sinistra* eine Kollateralversorgung des Colons erfolgen [7].

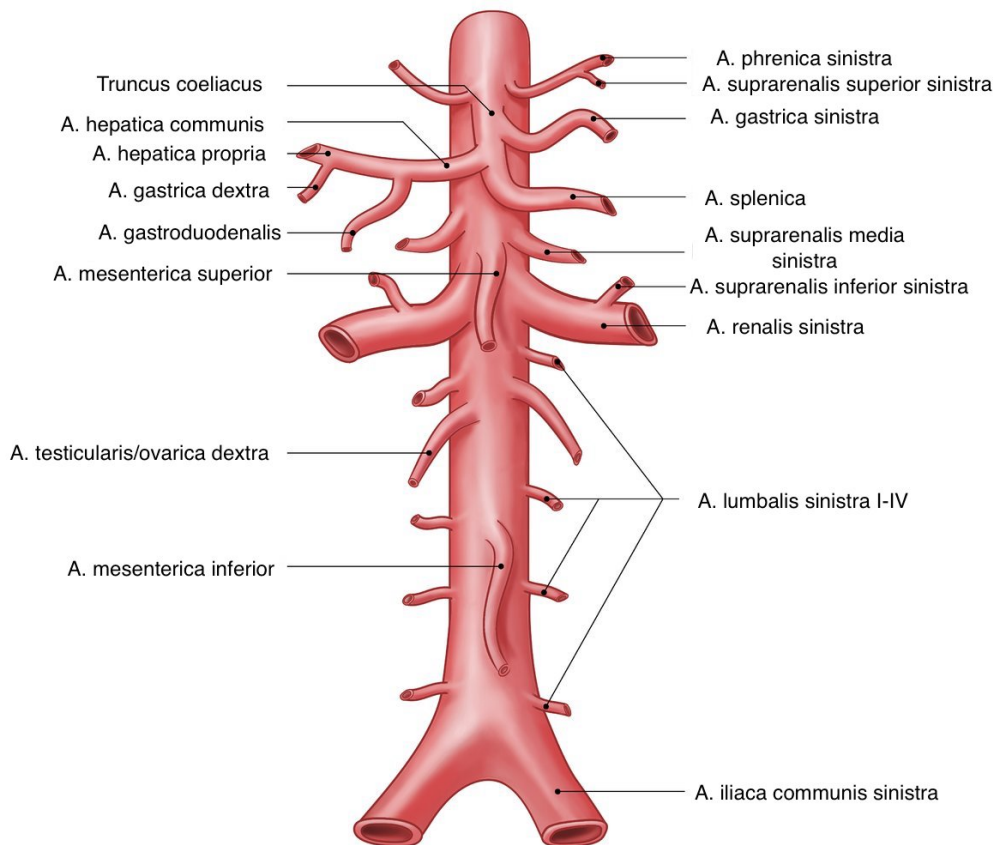


Abbildung 2: Äste der *Aorta abdominalis*

Entommen und übersetzt aus [8]

2.2.2 Ätiologie

Man unterscheidet echte Aneurysmen und Pseudoaneurysmen der Viszeralarterien [9]. Bei echten Aneurysmen kommt es zu einer Erweiterung des betroffenen Gefäßabschnittes mit Reduktion der Arterienwandstärke [10]. Häufigste Ursache echter Viszeralarterienaneurysmen ist eine Arteriosklerose [9]. Dabei kommt es zu einer Verminderung der Mediamyozyten, einem Verlust elastischer Fasern und einer Mediavernarbung [11]. Vorwiegend bei jüngeren Patienten kommt eine fibromuskuläre Dysplasie vor [9]. Weitere häufige Ursachen sind Kollagenosen oder Zustände, die mit einem erhöhten Fluss in den Viszeralarterien einhergehen, wie die portale Hypertension [10]. Seltener führen Mykosen, die Riesenzellerarteriitis oder Gendefekte, zum Beispiel Marfan- oder Ehlers-Danlos-Syndrom, zu Aneurysmen der Viszeralarterien [9]. Pseudoaneurysmen sind vor allem traumatisch bedingt, entstehen nach Gefäßverletzungen bei chirurgischen, endoskopischen oder interventionell-radiologischen Eingriffen, zum Beispiel Gefäßpunktionen und nach inflammatorischen Prozessen [10]. Pseudoaneurysmen der *A.*

lienalis sind seltener als echte Aneurysmen und kommen häufig als Folge einer Pankreatitis vor [12]. Durch iatrogen verursachte Traumata bei diagnostischen und therapeutischen hepatobiliären Verfahren ist ein Anstieg an Aneurysmen der *A. hepatica* zu verzeichnen [13].

2.2.3 Inzidenz

Viszeralarterienaneurysmen sind selten, stellen aber eine potentiell lebensbedrohliche Erkrankung dar [14]. In der Literatur finden sich bezüglich ihrer Inzidenz unterschiedliche Angaben zwischen 0,01 und 2 % [15], wobei diese Zahlen meist auf historischen Autopsiebefunden basieren. Die genaue Inzidenz ist nicht bekannt, da die meisten Fälle klinisch unauffällig verlaufen. Zunehmender Einsatz diagnostischer Verfahren führt zu einer steigenden Anzahl diagnostizierter Viszeralarterienaneurysmen [16]. Am häufigsten sind die *A. lienalis* mit 60 % und die *A. hepatica communis* mit 20-50 % betroffen [9]. Aneurysmen der *A. lienalis* sind häufig klein mit einem Durchmesser < 2 cm und mittig oder in einem distalen Segment der *A. lienalis* lokalisiert [17] und betreffen häufiger Frauen als Männer [14]. Aneurysmen in diesem Bereich sind meist asymptomatisch und kommen gehäuft bei Frauen im gebärfähigen Alter vor. Diskutiert wird der Einfluss von Hormonen, wie *Östrogen*, *Progesteron*, *Relaxin* während der Schwangerschaft [13]. Symptome sind abhängig von der Lokalisation des Aneurysmas. Bei Patienten mit rupturiertem Aneurysma der *A. hepatica* imponieren abdominelle Beschwerden und gastrointestinale Blutungen [18]. Die klassische Trias aus Oberbauchschmerzen, Hämobilie und Ikterus (*Quinke Trias*) zeigt sich bei etwa einem Drittel der Patienten [19]. Bei Ruptur eines Aneurysmas der *A. lienalis* empfinden die Patienten plötzlich auftretende Brust- und Bauchschmerzen im linken oberen Quadranten und in die linke Schulter ausstrahlende Schmerzen (*Kehr-Zeichen*). Außerdem kommt es zu einer hämodynamischen Instabilität. Bei einer gedeckten Ruptur fließt das Blut zunächst ins *Omentum majus*. Zu diesem Zeitpunkt weist der Patient nur geringe klinische Symptome auf. Zu einem hämorrhagischen Schock kommt es nach 6-96 Stunden, wenn das Blut durch das *Foramen omentale* in die Bauchhöhle fließt. Diesen verzögerten Blutverlust bezeichnet man als „Double-Rupture“-Phänomen. Der Anfangszeitraum dabei mit begrenzt bleibender Blutung kann eine wichtige Phase für die rechtzeitige Diagnose und die lebensrettende Behandlung darstellen [20]. Das Rupturrisiko bei Aneurysmen der *A. lienalis* beträgt 2-10 %, die Mortalität bei rupturierten Aneurysmen 20-30 % [10]. Eine besondere Bedeutung kommen Aneurysmen der *A. lienalis* in der Schwangerschaft zu. 25-45 % der vor allem bei Routinesonographien entdeckten Aneurysmen rupturieren im letzten Trimenon oder in der frühen postpartalen Phase. Aufgrund des erhöhten Mortalitätsrisikos, 75 % für die Mutter, 95

% für den Fetus, müssen diese einer frühzeitigeren Therapie unterzogen werden [19, 21]. Patienten mit einem Aneurysma der *A. mesenterica superior* zeigen oft abdominelle Beschwerden. Aneurysmen der *A. mesenterica inferior* sind sehr selten. Diese werden meist im Rahmen explorativer Laparotomien bei gastrointestinalen Blutungen oder intraperitonealen Hämorrhagien entdeckt. Symptome können Bauchschmerzen, Zeichen einer gastrointestinalen Blutung oder eines Schocks sein [18]. Thrombotische Okklusion bzw. periphere Embolisation führen zu einer progredienten Ischämie der Erfolgsorgane mit der Gefahr einer *Angina abdominalis* bzw. eines Mesenterialinfarktes [22]. Viszeralarterienaneurysmen zeigen insgesamt ein etwa 25 % iges Rupturrisiko, höchste Rupturraten zeigen sich für die *A. hepatica communis* (80 %), gefolgt von der *A. pancreaticoduodenalis* (75 %) [18], wobei die Mortalität zwischen 25 und 70 % liegt [23].

2.2.4 Diagnostik

Da die meisten Viszeralarterienaneurysmen klinisch unauffällig verlaufen, stellt sich eine frühe Diagnostik schwierig dar [9]. Etwa 75 % der Aneurysmen werden zufällig im Rahmen anderer diagnostischer Abklärungen entdeckt [21]. So wird eine Vielzahl der Aneurysmen der *Aa. mesenterica superior* und *inferior* während explorativer Laparotomien zur Abklärung gastrointestinaler Blutungen oder intraperitonealer Hämorrhagien diagnostiziert [24]. Der vermehrte Einsatz perkutaner Behandlungsmöglichkeiten bei Lebererkrankungen, wie der transjuguläre intrahepatische portosystemische Stent-Shunt, die perkutane transhepatische Cholangiodrainage, führt zu einer steigenden Inzidenz von Aneurysmen der *A. hepatica* [13]. Zur Diagnose eines Viszeralarterienaneurysmas stehen verschiedene Untersuchungsmethoden zur Verfügung. Ultraschall, CT-Angiographie, MRT und die Angiographie stellen Hauptuntersuchungsverfahren dar. Eine Röntgenaufnahme des Abdomens ist selten hilfreich, sie kann bei arteriosklerotischen Aneurysmen Verkalkungen aufzeigen. Die Sonographie ist häufig das erste Verfahren zur Diagnostik echter Aneurysmen und Pseudoaneurysmen der Viszeralarterien [25]. Sie liefert Aussagen zu Lokalisation und Größe von Viszeralarterienaneurysmen [21]. In der klassischen Sonographie stellen sich Viszeralarterienaneurysmen als runde, echofreie Raumforderungen, häufig mit einem thrombotischen Randsaum und Perfusion im Farbduplex-Modus dar [19]. Pseudoaneurysmen erscheinen als ovale Strukturen oder echofreie Läsionen mit dünnen Wänden [25]. Der Nachweis der Eigenpulsation liefert ein wichtiges Kriterium zur Abgrenzung solider Raumforderungen [22]. Bei tiefer Lage der viszerale Gefäße, bei eingeschränkter Beurteilbarkeit aufgrund Übergewicht oder Darmgasüberlagerung muss die Diagnostik um

andere Verfahren erweitert werden. Die Mehrschicht-CT-Angiographie stellt das am häufigsten verwendete und empfindlichste nicht-invasive Verfahren dar. Sie ermöglicht eine detaillierte Beurteilung der Gefäßanatomie. Dabei ist eine Darstellung sowohl der arteriellen, als auch der venösen Phase entscheidend, da manche Aneurysmen in der arteriellen Phase nicht sichtbar sind. Pseudoaneurysmen sind normalerweise in beiden Phasen zu sehen. Die MRT-Untersuchung dient als Ergänzung zur Sonographie oder als Alternative zur CT-Angiographie bei Patienten mit Allergien auf Kontrastmittel oder Jod, oder bei Patienten mit eingeschränkter Nierenfunktion. Die Angiographie stellt den Goldstandard bei der Diagnostik viszeraler Aneurysmen dar. Sie dient diagnostischen und therapeutischen Zwecken. Die Angiographie hat die höchste diagnostische Sensitivität (100 %), gefolgt von der CT-Angiographie (67 %) und der Sonographie (50 %) [25].

2.2.5 Therapeutische Verfahren

Das Ziel der Behandlung von Viszeralarterienaneurysmen und Pseudoaneurysmen der Viszeralarterien besteht in der Ausschaltung des Aneurysmas von der Blutzirkulation unter Erhaltung des distalen Blutflusses. Eine Therapieindikation besteht bei echten Aneurysmen ab einem Durchmesser von 2 cm. Viszeralarterienaneurysmen < 2 cm sollten halbjährlich sonographisch kontrolliert werden. Bei multipel auftretenden Aneurysmen, bei symptomatischen oder auf dem Boden einer Arteriosklerose entstandenen Aneurysmen der *A. hepatica* wird eine Therapie schon bei einem Durchmesser < 2 cm notwendig. Aneurysmen der *A. hepatica* weisen ein höheres Rupturrisiko verglichen mit anderen Viszeralarterienaneurysmen auf und haben eine Mortalitätsrate von 20 %. Außerdem erfolgt eine Behandlung bei symptomatischen Aneurysmen, bei schnellem Wachstum > 0,5 cm/Jahr, bei schwangeren Frauen oder bei Frauen im gebärfähigen Alter. Pseudoaneurysmen haben ein höheres Rupturrisiko und sollten bei Entdeckung unabhängig von ihrer Größe behandelt werden. So zeigen sich in der Literatur Rupturen sowohl für kleine (0,3 cm) als auch für große Pseudoaneurysmen (17 cm) [9, 26]. Bei Patienten mit abdominellen Beschwerden oder Hinweisen auf eine drohende Ruptur des Aneurysmas im CT sollte unverzüglich eine Therapie eingeleitet werden. Stellt sich ein Aneurysma mindestens doppelt so groß wie das ursprüngliche Gefäß dar, sollten alle Patienten auch bei Abwesenheit von Symptomen einer Therapie unterzogen werden [13]. Therapeutisch stehen chirurgische und interventionelle, endovaskuläre Verfahren zur Verfügung.

2.2.5.1 Offene chirurgische Therapie

Eine Form der chirurgischen Versorgung stellt die Ligatur des Aneurysmahalses oder der aneurysmatragenden Arterie dar, die möglicherweise mit einer Bypassanlage kombiniert wird. Außerdem besteht die Möglichkeit, eine Aneurysmaresektion durchzuführen und die betroffenen Arterien mittels End-zu-End-Anastomose zu rekonstruieren. Mittels Interponaten kann die Kontinuität der Gefäße mit größeren oder multiplen Viszeralarterienaneurysmen wiederhergestellt werden. Für autologe Veneninterponate eignet sich z.B. die *V. saphena magna*. Weitere körpereigene Venen stellen die *Vena ovarica* und die *Vena testicularis* dar. Bei ungeeigneten Venen kommen Kunststoffprothesen (z.B. PTFE oder Dacron) zum Einsatz. Eine weitere Möglichkeit der offenen chirurgischen Therapie stellt die Aneurysmorrhaphie dar. Sie eignet sich bei Aneurysmen, die nicht die komplette Zirkumferenz betreffen [9, 27]. Dabei erfolgt die Resektion eines Teils der Aneurysmawand mit anschließender Reparatur der verbleibenden Arterienwand [28]. Liegen intraorganische Aneurysmen vor und besteht keine Embolisationsmöglichkeit, sind Organresektionen nötig [29]. Bei Aneurysmen der *A. splenica* erfolgt im Falle einer chirurgischen Versorgung und bei distaler Lage des Aneurysmas eine Splenektomie. Eine zusätzliche Pankreaslinksresektion ist indiziert, wenn die Aneurysmen tief in das pankreatische Gewebe eingebettet sind [30, 31]. Eine Leberresektion kann bei intrahepatischen Aneurysmen der Leberarterien notwendig werden [9].

2.2.5.2 Interventionelle Therapie

Endovaskuläre Verfahren beinhalten gecoverte Stents, Embolisationsmaterialien, wie die am häufigsten verwendeten Metallspiral (Coils), außerdem Gelfoam, Thrombin und Ethylen-Vinylalkohol (Onyx) [13, 25, 32].

Die Wahl der geeigneten Therapie richtet sich dabei nach beteiligtem Gefäß, Aneurysmalokalisation, der Erfahrung des Chirurgen und der Dringlichkeit der operativen Versorgung [31]. Auch wenn die offene Chirurgie der Goldstandard bleibt, gewinnen endoluminale Verfahren zunehmend an Bedeutung [9, 33].

Trotz fehlender statistisch signifikanter Unterschiede hinsichtlich Gesamtmortalität und operativer Komplikationen zwischen konventioneller Chirurgie und endovaskulärer Therapie, sollte letztere vor allem bei älteren Patienten und bei Patienten mit Komorbiditäten durchgeführt werden. Die endovaskuläre Therapie ist mit einer kürzeren Dauer des Krankenhausaufenthaltes verbunden [34]. Embolien, Hämatome an der Punktionsstelle,

Stentthrombosen, Restenosen stellen mögliche Komplikationen der endovaskulären Verfahren dar, wohingegen paralytischer Ileus, Wundinfektionen, Blutungen und akute Pankreatitis bei der offenen Chirurgie vorkommen [25, 35].

2.3 Entwicklung der arteriellen Gefäßchirurgie

2.3.1 Entwicklung der Gefäßchirurgie

Erstmals wurde über eine Gefäßversorgung in der *Samhita*, dem chirurgischen Lehrbuch des *Sushruta* geschrieben [36]. *Sushruta* (ca. 700 v. Chr.) gilt als Vater der indischen Chirurgie [37]. Zur Ligatur von Blutgefäßen benutzte er Hanf-Fäden und zur Blutstillung fanden Brenneisen und kochendes Öl Anwendung. *Galen* (2. Jahrhundert n. Chr.), einer der bedeutendsten Ärzte der Antike [38], erkannte den Unterschied zwischen arteriellen und venösen Blutungen. Venöse Hämorrhagien wurden mittels blutstillender Mittel therapiert, während arterielle Blutungen mithilfe leinener Fäden, Seide oder Darmsaiten ligiert wurden. Der Mitte des 4. Jahrhunderts n. Chr. lebende griechische Arzt *Antyllos* wurde u.a. durch die Behandlung der Aneurysmen berühmt [36]. Er beschrieb eine chirurgische Aneurysmaresektion, die bis ins 19. Jahrhundert Standard blieb [39]. *Antyllos* grenzte bereits echte und falsche Aneurysmen gegeneinander ab [36]. Bis ins 19. Jahrhundert hinein beinhalteten die Haupttechniken der Gefäßchirurgie Amputation und Ligatur. *Nicolai Eck* gelang 1877 in einem caninen Tiermodell die erste Anastomose überhaupt. *John Murphy* nahm 1890 die erste „klassische“ Anastomose am Menschen vor, eine End-zu-End-Anastomose eines A. femoralis-Aneurysmas nach Schussverletzung. Der Franzose *Alexis Carell*, der 1912 mit dem Nobelpreis für Medizin ausgezeichnet wurde [40], lieferte bedeutende Beiträge zur Gefäß-, Herz-Thoraxchirurgie und Organtransplantation. Er zeigte, dass Gefäße lückenlos vereint werden können und war der Erfinder der „*Triangulation*“-Nahttechnik bei Gefäßanastomosen. Von ihm entwickelte Methoden gelten noch heute als gültige Grundlagen der Gefäßchirurgie [41].

Thrombendariektomieverfahren wurden – nach anfänglichen Fehlversuchen im 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts – weiterentwickelt, sodass *Joao Cid Dos Santos* die erste gelungene Operation im Jahre 1946 durchführen konnte. Darauf basierend entwickelte sich die Thrombendariektomie als ein bis heute etabliertes gefäßchirurgisches Verfahren.

Eine weitere wichtige gefäßchirurgische Bedeutung gilt dem Gefäßersatz, bei dem die Verwendung von Ersatzmaterial zur Überbrückung verletzter oder krankhaft veränderter

Gefäße zum Einsatz kommt. Alloplastische Materialien werden zum ersten Mal bei *Andreas Vesalius* im Jahre 1543 erwähnt.

Die moderne Gefäßchirurgie verwendet hauptsächlich venöse Autografts und alloplastische Materialien: Hinsichtlich des venösen Autografts wurden die experimentellen Grundlagen von *Carrel* erarbeitet (1906) und im gleichen Jahr von *Jose Goyanes* erfolgreich am Patienten angewandt. Im Jahr 1948 nahm *Jean Kunlin* die erste femoropopliteale Bypassoperation vor. Dies erwies sich als bleibendes Standardverfahren. Arterielle Homografteingriffe wurden 1948 erstmals durch *Gross* und anschließend von *Jaques Oudot* und *Charles Dubost* durchgeführt. Sie blieben nur bis 1960 das Material der Wahl und wurden von den „neuen“ Kunststoffprothesen, d.h. alloplastischem Gewebe rasch verdrängt. Der erste erfolgreiche Versuch mit einer textilen Prothese gelang *Arthur Voorhees* im Jahre 1952.

2.3.2 Entwicklung endovaskulärer gefäßchirurgischer Verfahren

Perkutane endovaskuläre Techniken wurden von dem schwedischen Radiologen *Sven-Ivar Seldinger* 1952 vorgestellt. Seine dargelegte Methode bildet noch heute den Grundstein des perkutanen Zugangs zu den Gefäßen [42]. Pioniere der Anwendung endoluminaler Therapieverfahren waren insbesondere in den USA *Thomas Fogarty* und *Charles Dotter*, die diese ab Anfang der 1960er Jahre einsetzten. Auch die Entwicklung des Prinzips der perkutanen transluminalen Angioplastie geht auf *Dotter* zurück. Darüber berichteten *Dotter* und sein Assistent *Melvin Judkins* erstmals 1964. Auch die Entwicklung der endoluminalen Gefäßstützen (Stents) geht auf *Dotter* zurück. Seither gilt *Dotter* als der Vater der interventionellen Therapie in der Gefäßmedizin. Erstaunlich ist, dass ihm trotz dieser Entdeckung und den damit verbundenen Erfolgen der Nobelpreis verwehrt blieb.

In Deutschland führte *Andreas Grüntzig* 1974 die erste Ballon-PTA erfolgreich durch [43].

Über Viszeralarterienaneurysmen wird in der Literatur erstmals 1770 von *Beaussier* berichtet. Dieser entdeckte während der Sektion einer 60 Jahre alten Frau ein Aneurysma der A. lienalis [44]. In der Folgezeit wurden Viszeralarterienaneurysmen nur bei obduzierten Patienten entdeckt [45, 46]. Erst im 20. Jahrhundert wurden operative Vorgehensweisen beschrieben: *Kehr* gelang 1903 die erste erfolgreiche operative Behandlung eines Aneurysmas der A. hepatica mittels Ligatur. *Lindboe* konnte 1932 erstmals präoperativ ein Viszeralarterienaneurysma diagnostizieren und operieren [47].

3 Ziel der Studie

Ziel dieser retrospektiven Studie ist die unizentrische Auswertung der postoperativen Verläufe von Patienten mit Viszeralarterienaneurysmen, die an der Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Transplantations-, Gefäß- und Thoraxchirurgie am Klinikum Großhadern operiert wurden. Verglichen werden die Verläufe mit Patienten, die interventionell-radiologisch versorgt wurden. Es sollen bestimmte Cluster von redundanten Erkrankungskonstellationen identifiziert und deren Probleme und Lösungsmöglichkeiten, sowie das Komplikationsmanagement dargestellt werden. Als Basis dient ein Datensatz aus der kontinuierlichen Datenerfassung der Klinik zum Controlling. Darüber hinaus sollen die Daten im Sinne eines Benchmarks mit Daten aus der Literatur, soweit diese adäquat verfügbar sind, verglichen werden.

Die Liste der Variablen umfasst:

- Aneurysmalokalisation, Morphologie
- Dringlichkeit der Aufnahme/Versorgung
- Komorbiditäten
- Art der Versorgung
- Dauer einer Intensivtherapie
- Komplikationen, aufgeschlüsselt nach Lokalisationen und Art der Therapie
- 30-Tage Mortalität
- Liegedauer

Um dies zu erreichen, wurde eine strikt retrospektive Analyse aller Patientendaten mit Viszeralarterienaneurysmen durchgeführt, die vom 01.01.1995 bis 31.12.2016 entweder konservativ, interventionell-radiologisch oder chirurgisch am Klinikum der LMU behandelt wurden.

4 Material und Methoden

4.1 Patientenkollektiv

Es handelt sich um eine retrospektive Analyse eines Gesamtkollektivs von 57 Patienten, die vom 01.01.1995 bis 31.12.2016 an der Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Gefäß- und Transplantationschirurgie der LMU aufgrund eines oder mehrerer Viszeralarterienaneurysmen behandelt wurden. Von diesen Patienten waren 34 männlich und 23 weiblich. Das Alter lag zwischen 19 und 89 Jahren mit einem Mittelwert von 56,36 Jahren.

4.2 Datenerhebung

Im zentralen Patientenregister der LMU konnte mittels der „Filter“: „Aneurysma“, „Pseudoaneurysma“, „Viszeralarterienaneurysma“ das Patientenkollektiv identifiziert werden. Patienten, die ein Aortenaneurysma oder ein Aneurysma der *A. renalis* aufwiesen, wurden ausgeschlossen.

Für die Erhebung der Daten nutzten wir Patientenakten, Operationsberichte, Anamnesebögen, prä- und postoperative Untersuchungsbefunde, Entlassungsberichte, sowie Befunde aus der Radiologie.

Folgende Parameter wurden untersucht:

- Allgemeine Parameter
 - Alter
 - Geschlecht
 - Komorbiditäten
 - Art der Versorgung
 - Dringlichkeit der Versorgung
- Radiologisch- pathologische Parameter
 - Ätiologie
 - Lokalisation
 - Aneurysmadurchmesser
 - Morphologie
 - Distanz zur Aorta
 - Distanz zum Endorgan
- Behandlungsassoziierte Parameter
 - Chirurgische Komplikationen
 - Kardiale Komplikationen

- Pulmonale Komplikationen
- Transfusionsbedarf
- Dauer der Intensivtherapie
- Gesamtliegedauer
- Clavien-Dindo-Klassifikation
- Charlson-Comorbidity-Score

4.3 Radiologische Analysen

In einem weiteren Schritt wurden seitens der Radiologen anhand der Syngo Imaging Software Aneurysmadurchmesser, Morphologie und Distanz zum Endorgan bestimmt.

4.4 Datenschutz

Die Durchführung dieser Studie wurde anhand des Protokolls durch die Ethikkommission der LMU begutachtet und zur Durchführung unter dem Aktenzeichen „Management und Outcome bei Patienten mit Viszeralarterienaneurysmen“ freigegeben. Nach Einsicht in die Patientenakte und Auswertung der relevanten Daten erfolgte eine irreversible Anonymisierung der Ergebnisse.

4.5 Statistische Auswertung

Die deskriptive Statistik wurde mit Hilfe von Microsoft Excel Version 16 angefertigt. Die untersuchten Variablen wurden entweder als Mittelwert mit Standardabweichung oder als Prozentsatz angeführt. Die statistische Analyse erfolgte mit SigmaPlot (Systat Software GmbH, Erkrath, Deutschland). Um Unterschiede bezüglich des Alters, des Injury Severity Scores und der Gesamtdauer des Krankenhausaufenthaltes zwischen den Behandlungsgruppen zu analysieren, wurden nicht-parametrische Tests wie der Kruskal-Wallis-Test und der Dunn-Test angewandt. Paarvergleiche wurden mithilfe des t-Tests und des Mann-Whitney-Tests durchgeführt. Für alle durchgeführten Analysen galt ein p-Wert $<0,05$ als statistisch signifikant.

4.6 Clavien-Dindo Klassifikation

Intra- und postoperative Komplikationen wurden nach der Clavien-Dindo-Klassifikation evaluiert.

Ein bereits 1992 von Clavien et al. veröffentlichtes Klassifikationssystem postoperativer Komplikationen wurde im Jahr 2004 durch P.A. Clavien und D. Dindo aktualisiert, bestehend aus 7 Schweregraden. Es hat sich in verschiedenen chirurgischen Fachgebieten etabliert [48, 49].

Grad I	Jede Abweichung vom normalen postoperativen Verlauf ohne die Notwendigkeit einer pharmakologischen Behandlung oder chirurgischer, endoskopischer und radiologischer Intervention. Erlaubte Behandlungsoptionen sind: Medikamente wie Antiemetika, Antipyretika, Analgetika, Diuretika, Elektrolyte und Physiotherapie. Dieser Grad beinhaltet ebenso Wundinfektionen, die am Patientenbett eröffnet werden.
Grad II	Notwendigkeit einer pharmakologischen Behandlung mit nicht unter Grad I aufgeführten Medikamenten inklusive Bluttransfusionen und parenteraler Ernährung.
Grad III	Notwendigkeit chirurgischer, endoskopischer oder radiologischer Intervention. a Ohne Vollnarkose b Mit Vollnarkose
Grad IV	Lebensbedrohliche Komplikation inklusive ZNS-Komplikationen wie Hirnblutung, ischämischer Insult, Subarachnoidalblutung, aber ausgeschlossen eine transitorisch ischämische Attacke, die eine intensivmedizinische Behandlung verlangt. a Versagen eines Organsystems (inklusive Dialyse) b Multiorganversagen
Grad V	Tod des Patienten

“d”	Leidet der Patient an einer Komplikation zum Zeitpunkt der Entlassung, wird das Suffix “d” dem entsprechenden Grad angehängt. Diese Kategorie zeigt die Notwendigkeit einer Nachsorge an, um die Komplikation vollständig zu evaluieren.
------------	--

Tabelle 1: Clavien-Dindo Klassifikation

Entnommen und übersetzt aus [50]

4.7 Charlson-Komorbiditätsindex

Mittels Charlson-Komorbiditätsindex können Komorbiditäten, Komplikationen und Behandlungsmethoden in Beziehung gesetzt werden. Der Charlson-Komorbiditätsindex ermöglicht die Vorhersage der 1-Jahres-Mortalität bei Patienten unter Berücksichtigung einer Reihe bereits bestehender Krankheiten. Je nach Erkrankung werden 1,2,3 oder 6 Punkte berechnet (Tabelle). Für das Alter des Patienten werden noch 1-5 Punkte dazu addiert. Die 1-Jahres-Mortalität für die unterschiedlichen Scores sind: 0 Punkte 12 %, 1-2 Punkte 26 %, 3-4 Punkte 52 %, > 5 Punkte 85 % [51].

Erkrankung	Bewertung
Herzinfarkt	1
Herzinsuffizienz	1
Periphere arterielle Verschlusskrankheit	1
Cerebrovaskuläre Erkrankungen	1
Demenz	1
Chronische Lungenerkrankung	1
Kollagenose	1
Ulkuskrankheit	1
Leichte Lebererkrankung	1
Diabetes mellitus (ohne Endorganschäden)	1
Hemiplegie	2
Mäßig schwere und schwere Nierenerkrankung	2
Diabetes mellitus mit Endorganschäden	2
Tumorerkrankung	2
Leukämie	2

Lymphom	2
Mäßig schwere und schwere Lebererkrankung	3
Metastasierter solider Tumor	6
AIDS	6

Tabelle 2: Charlson-Komorbiditätsindex

Entnommen und übersetzt aus [52]

5 Ergebnisse

5.1 Allgemeine Patientendaten

Im Untersuchungszeitraum von 01/1995 bis 12/2016 wurden an der Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Gefäß- und Transplantationschirurgie der LMU 57 Patienten aufgrund eines oder mehrerer Viszeralarterienaneurysmen behandelt. Von den insgesamt 57 Patienten waren 34 männlich und 23 weiblich. Das Alter lag zwischen 19 und 89 Jahren mit einem Mittelwert von 56,36 Jahren. Drei Patienten wiesen multiple Aneurysmen auf. Bei vier Patienten handelte es sich um Zufallsbefunde. Sieben Patienten zeigten rupturierte Aneurysmen, bei zwei Patienten davon zeigte sich eine gedeckte Ruptur. Bei 36 Patienten (63%) wurde eine elektive, bei 21 Patienten (37 %) eine notfallmäßige Versorgung durchgeführt (Tabelle 3).

Patienten (n)	57
Männlich (n)	34
Weiblich (n)	23
Durchschnittsalter (Jahre $\pm$ SD)	56,36 $\pm$ 14,82
Elektive Behandlung (n)	36
Elektive Chirurgie (n)	16
Männlich (n)	10
Weiblich (n)	6
Durchschnittsalter (Jahre $\pm$ SD)	56,06 $\pm$ 10,56
Mittlerer Durchmesser (mm $\pm$ SD)	38,73 $\pm$ 19,63
Charlson-Komorbiditätsindex (Mittel $\pm$ SD)	2,85 $\pm$ 2,23
Elektive interventionelle Therapie (n)	20
Männlich (n)	13
Weiblich (n)	7
Durchschnittsalter (Jahre $\pm$ SD)	58,30 $\pm$ 13,78
Mittlerer Durchmesser (mm $\pm$ SD)	31,74 $\pm$ 20,62
Charlson-Komorbiditätsindex (Mittel $\pm$ SD)	3,24 $\pm$ 2,13
Notfallbehandlung (n)	21
Notfallchirurgie (n)	7
Männlich (n)	3
Weiblich (n)	4
Durchschnittsalter (Jahre $\pm$ SD)	57,57 $\pm$ 13,4
Mittlerer Durchmesser (mm $\pm$ SD)	43,33 $\pm$ 16,82
Charlson-Komorbiditätsindex (Mittel $\pm$ SD)	2,5 $\pm$ 2,73
Notfallmäßige interventionelle Therapie (n)	14
Männlich (n)	8
Weiblich (n)	6

Durchschnittsalter (Jahre $\pm$ SD)	53,35 $\pm$ 20,68
Mittlerer Durchmesser (mm $\pm$ SD)	36,3 $\pm$ 33,73
Charlson-Komorbiditätsindex (Mittel $\pm$ SD)	2,08 $\pm$ 2,43

Tabelle 3: Anzahl, Alter und Geschlecht der Patienten mit Viszeralarterienaneurysmen

5.2 Lokalisation

Bei 30 % (n=17) der Patienten lag ein Aneurysma der *A. lienalis* vor, bei 28 % (n=16) ein Aneurysma der *A. hepatica communis*, bei 19 % (n=11) ein Aneurysma der *A. mesenterica superior*, bei 16 % (n=9) ein Aneurysma der *A. gastroduodenalis*, bei 5 % (n=3) ein Aneurysma der *A. gastrica sinistra* und bei 2 % (n=1) ein Aneurysma der *A. pancreaticoduodenalis* (Abbildung 3).

Die Ergebnisse in unserem Patientenkollektiv decken sich mit denen in anderen Studien, wobei Viszeralarterienaneurysmen am häufigsten an der *A. lienalis*, am zweithäufigsten an der *A. hepatica*, am dritthäufigsten an der *A. mesenterica sup.* vorkommen und an *A. gastrica sinistra*, *A. gastroduodenalis* und *A. pancreaticoduodenalis* eher selten beschrieben werden. Anders als in anderen Studien, in denen Aneurysmen der *A. lienalis* zwischen 50 und 75 % aller Viszeralarterienaneurysmen ausmachen, lag in unserem Kollektiv ein Aneurysma der *A. lienalis* lediglich in 30 % vor [53, 54].

Bei den 17 Patienten mit Aneurysma der *A. lienalis* lag in zehn Fällen eine elektive Situation, in sieben Fällen eine Notfallsituation vor. Von den 16 Patienten mit Aneurysma der *A. hepatica* stellten sich elf Patienten elektiv vor, die übrigen fünf kamen als Notfall. Die Vorstellung der Patienten mit Aneurysma der *A. mesenterica superior* erfolgte in sieben Fällen elektiv, in vier Fällen als Notfall. Fünf Patienten mit Aneurysma der *A. gastroduodenalis* kamen elektiv, vier weitere Patienten stellten sich als Notfall vor. Von den Patienten mit Aneurysma der *A. gastrica sinistra* stellten sich zwei elektiv und ein Patient als Notfall vor. Bei dem Patient mit Aneurysma der *A. pancreaticoduodenalis* lag eine Notfallsituation vor (Abbildung 4).

Bei 5,3 % der Patienten (n=3) zeigten sich multiple Aneurysmen, darunter ein Patient mit drei Aneurysmen der *A. hepatica*, ein Patient mit drei Aneurysmen der *A. lienalis* und ein Patient mit generalisierter Aneurysmose.

12,3 % (n=7) wiesen rupturierte Aneurysmen auf, in zwei Fällen die *A. mesenterica superior* betreffend, bei drei Patienten die *A. lienalis*, wovon ein Aneurysma gedeckt rupturiert war. Ein Patient wies eine Ruptur des Aneurysmas der *A. hepatica* und ein Patient ein gedeckt rupturiertes Aneurysma der *A. gastrica dextra* auf. Ein Patient mit rupturiertem Aneurysma

der *A. mesenterica superior* und ein Patient mit rupturiertem Aneurysma der *A. hepatica* verstarben im postoperativen Verlauf an ihren Komplikationen.

Bei 7,0 % (n=4) wurde die Diagnose zufällig gestellt, drei Patienten zeigten ein Aneurysma der *A. lienalis*, ein Patient ein Aneurysma der *A. hepatica*.

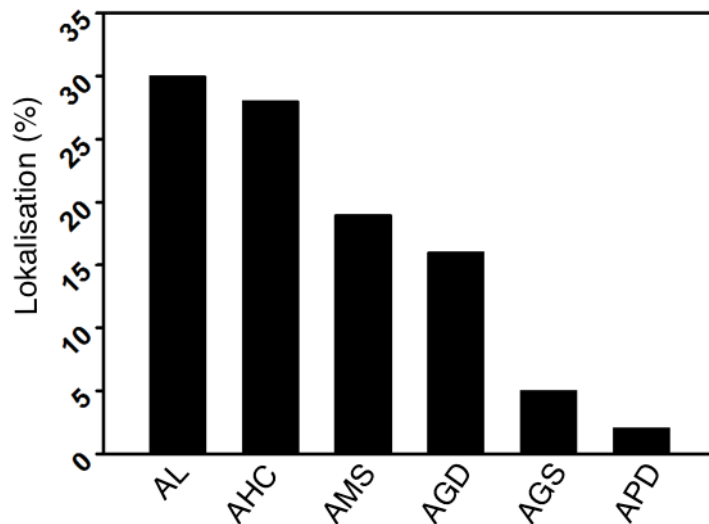


Abbildung 3: Lokalisation der Viszeralarterienaneurysmen (%): *A. lienalis* (AL) (n=17), *A. hepatica communis* (AHC) (n=16), *A. mesenterica superior* (AMS) (n=11), *A. gastroduodenalis* (AGD) (n=9), *A. gastrica sinistra* (AGS) (n=3), *A. pancreaticoduodenalis* (APD) (n=1).

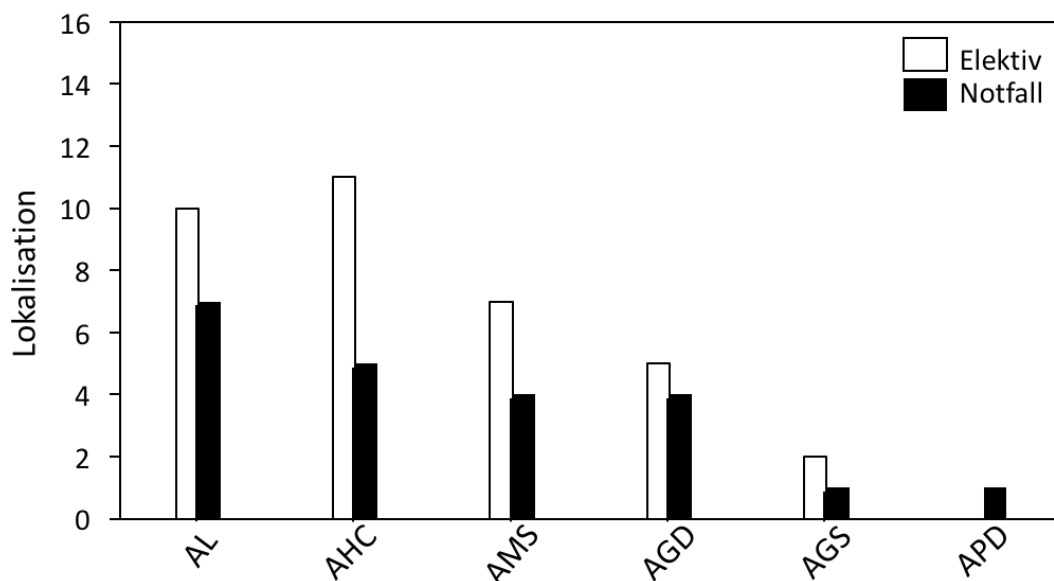


Abbildung 4: Lokalisation der Viszeralarterienaneurysmen (n), unterteilt in elektiv und Notfall: *A. lienalis* (AL), *A. hepatica communis* (AHC), *A. mesenterica superior* (AMS), *A. gastroduodenalis* (AGD), *A. gastrica sinistra* (AGS), *A. pancreaticoduodenalis* (APD).

5.3 Morphologie

Bei 18 Patienten handelte es sich um sacciforme, bei 14 Patienten um fusiforme Aneurysmen. Bei 25 Patienten gab es hinsichtlich der Morphologie keine Information. Der mittlere Aneurysmadurchmesser betrug insgesamt $36,14 \pm 22,81$ mm und war in der Gruppe der elektiv versorgten und der der notfallmäßig behandelten Patienten etwa gleich ($34,82 \pm 20,02$ mm vs. $38,94 \pm 28,09$ mm). In der Gruppe der Patienten, die sich einer offen-chirurgischen Therapie unterziehen mussten, sei es notfallmäßig oder elektiv, lag ein größerer mittlerer Aneurysmadurchmesser vor als bei endovaskulär versorgten Patienten ($40,04 \pm 18,57$ mm vs. $33,31 \pm 25,37$ mm). Die mittlere Distanz zur Aorta betrug insgesamt 37,7 mm, die mittlere Distanz zum Endorgan 35,63 mm. Thromben fanden sich bei 20 Patienten mit Viszeralarterienaneurysmen.

5.4 Ätiologie

Mittels Gewebeproben oder radiologischer Befunde konnte auf die zugrundeliegende Pathophysiologie geschlossen werden. Eine Arteriosklerose war mit 19 % die häufigste Ursache für ein Viszeralarterienaneurysma, gefolgt von einer inflammatorischen Genese. Bei 14 % lag eine Pankreatitis vor, bei 7 % mykotische Aneurysmen, bei 5 % eine Vaskulitis, bei 7 % eine fibromuskuläre Dysplasie. Nahtaneurysmen, die sich bei Patienten nach Lebertransplantation oder nach erweiterter Leberresektion zeigten, kamen bei 9 % der Patienten mit Viszeralarterienaneurysmen vor, bei 4 % kamen traumaassoziierte Aneurysmen vor. In 35 % der Fälle konnte keine Ursache für ein Viszeralarterienaneurysma gefunden werden (Abbildung 5).

Von den elf Patienten mit arteriosklerotischer Genese stellten sich neun Patienten elektiv vor, zwei Patienten kamen als Notfall. Bei den acht Patienten mit Pankreatitis lag in drei Fällen eine elektive Situation, in fünf Fällen eine Notfallsituation vor. Patienten mit Nahtaneurysmen stellten sich in drei Fällen elektiv, in zwei Fällen als Notfall vor. Von den vier Patienten mit fibromuskulärer Dysplasie erfolgte bei drei Patienten eine elektive, bei einem Patient eine notfallmäßige Aufnahme. Mykotische Aneurysmen wurden in einem Fall elektiv, in den weiteren drei Fällen notfallmäßig versorgt. Bei Vaskulitis erfolgten zwei elektive Aufnahmen und eine Notfallaufnahme. Die beiden Patienten mit traumaassoziierten Aneurysmen stellten sich als Notfall vor. Von den 20 Patienten, bei denen eine ungeklärte Ursache vorlag, stellten sich 15 Patienten elektiv und fünf Patienten notfallmäßig vor (Abbildung 6).

Acht der elf Patienten mit arteriosklerotischer Genese wurden chirurgisch, die übrigen drei endovaskulär behandelt. In drei Fällen der Patienten mit Pankreatitis erfolgte eine

chirurgische, in fünf Fällen eine endovaskuläre Versorgung. Alle fünf Patienten mit Nahtaneurysmen wurden chirurgisch behandelt. Bei den Patienten mit fibromuskulärer Dysplasie wurden drei Patienten chirurgisch, ein Patient endovaskulär behandelt. Umgekehrt verhielt es sich mit den vier mykotischen Aneurysmen. Bei einem Patient erfolgte eine chirurgische, bei drei Patienten eine endovaskuläre Therapie. Ein Patient mit Vaskulitis erhielt eine chirurgische, die anderen zwei Patienten eine endovaskuläre Behandlung. Die beiden Patienten mit traumaassoziierten Aneurysmen wurden endovaskulär versorgt (Abbildung 7).

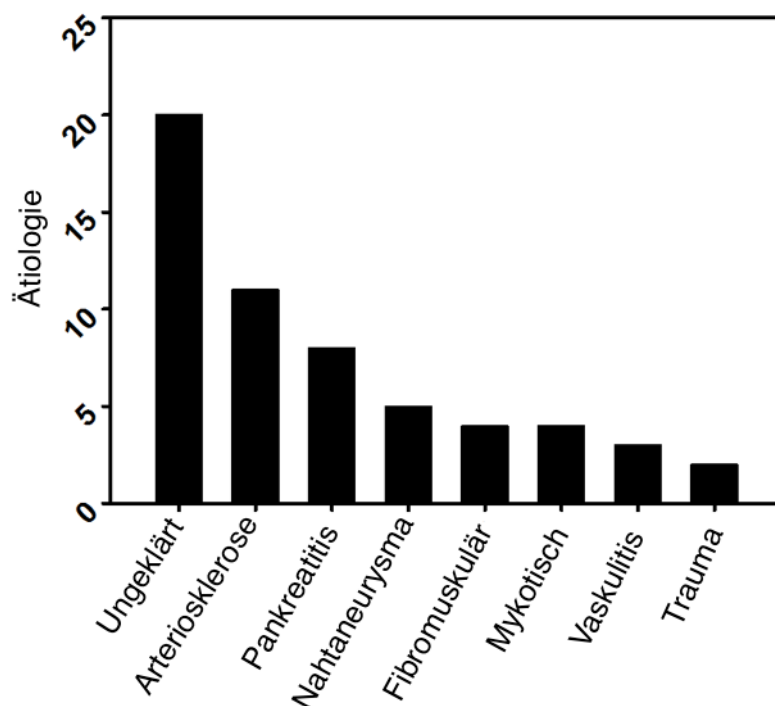


Abbildung 5: Ätiologie: Ungeklärt (n=20); Arteriosklerose (n=11); Pankreatitis (n=8); Nahtaneurysma (n=5); fibromuskuläre Dysplasie (n=4); Mykotisches Viszeralarterienaneurysma (n=4); Vaskulitis (n=3); traumaassoziiertes Aneurysma (n=2).

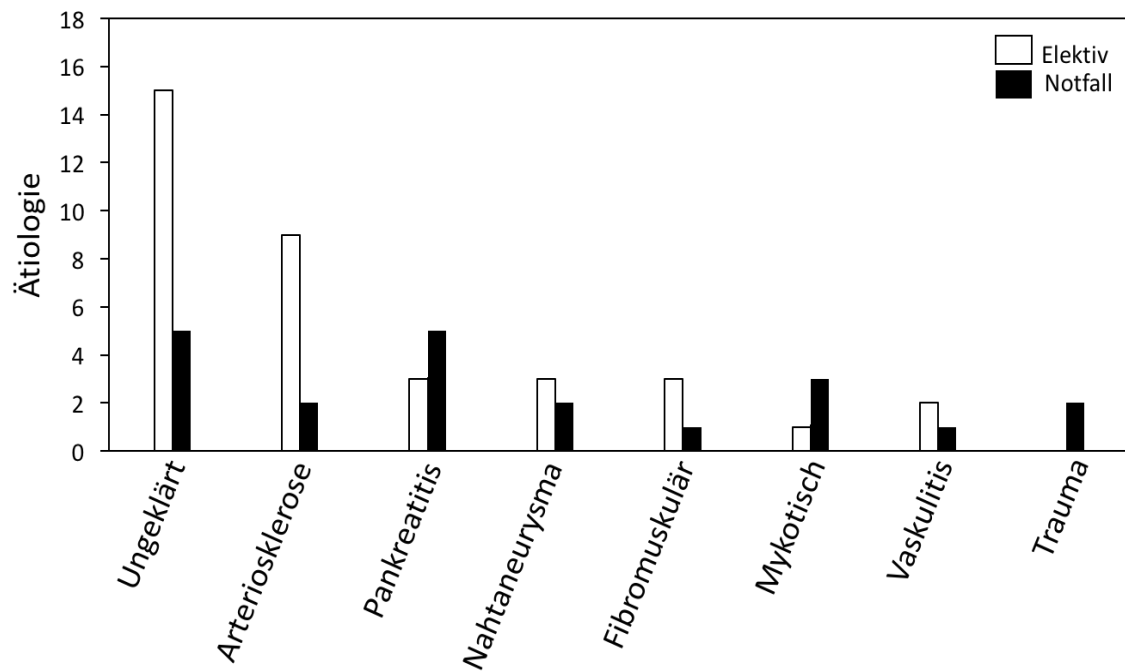


Abbildung 6: Ätiologie (n), unterteilt in elektiv und Notfall.

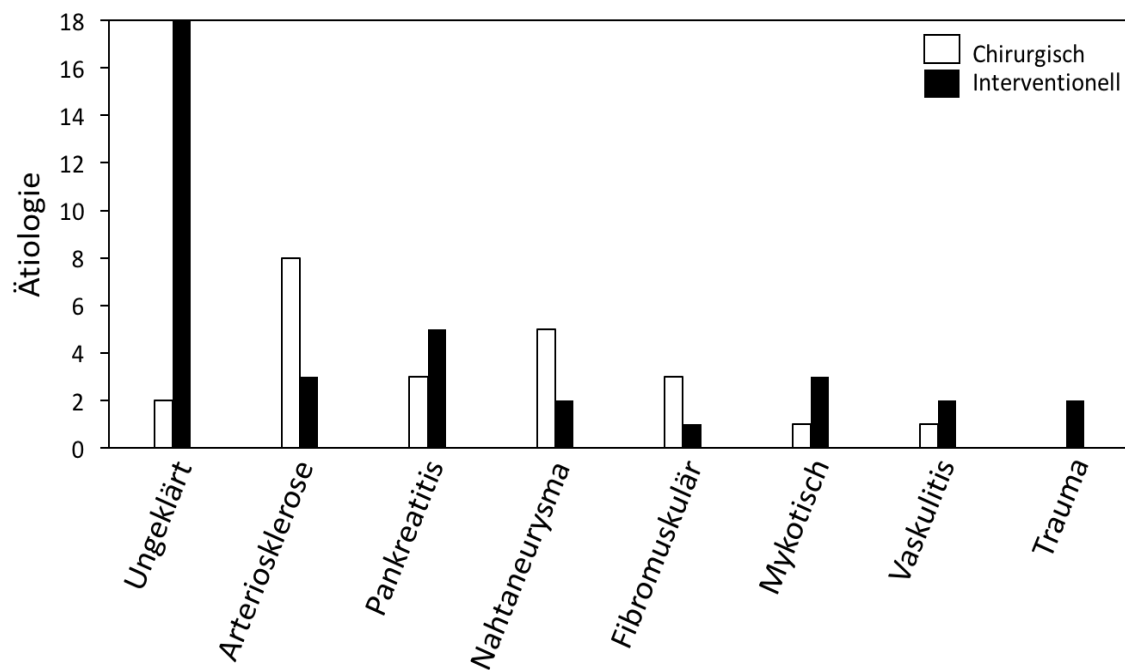


Abbildung 7: Ätiologie (n), unterteilt nach therapeutischem Verfahren in chirurgisch und interventionell

5.5 Therapie

Verschiedene Behandlungsmöglichkeiten kamen in beiden Gruppen, in der Gruppe der chirurgisch und in der Gruppe der endovaskulär versorgten Patienten, zum Einsatz.

5.5.1 Chirurgisch

In der Gruppe der chirurgisch versorgten Patienten wurde bei acht Patienten eine begleitende Organresektion vorgenommen und zwar bei vier Patienten eine Splenektomie und bei den anderen vier Patienten eine Splenektomie mit Pankreaslinksresektion. Dabei handelte es sich in fünf Fällen um eine elektive Situation, in drei Fällen um eine Notfallsituation.

In insgesamt fünf Fällen erfolgte eine Aneurysmaresektion mit Naht des Aneurysmas (zwei elektive Fälle, drei Notfälle). Bei vier Patienten wurde nach Aneurysmaresektion die Kontinuität mittels Veneninterponat wiederhergestellt (drei elektive Fälle, ein Notfall), bei zwei elektiv versorgten Patienten erfolgte eine Rekonstruktion mittels End-zu-End-Anastomose. Ein elektiv behandelter Patient wurde mit einer umgekehrten Y-Prothese versorgt. Ein Patient wurde einer Lebertransplantation unterzogen, bei zwei Patienten wurde eine Aneurysmaresektion mit Rinderperikard-Patch durchgeführt, in einem Fall dabei die *A. mesenterica superior* betreffend, im anderen Fall die *A. hepatica communis*.

5.5.2 Interventionell

Ein Coiling des Aneurysmas wurde bei elf elektiv versorgten Patienten und bei neun Patienten in einer Notfallsituation durchgeführt. In neun Fällen wurden kombinierte Techniken durchgeführt: eine Behandlung mit Coiling und Gewebekleber erhielten vier Patienten (zwei elektive Fälle, zwei Notfälle), eine Versorgung mittels Coiling und Stentimplantation erfolgte bei drei elektiv therapierten Patienten, eine Stentimplantation kombiniert mit endovaskulären Okkludern (Vascular Plug) kam in zwei Fällen zum Einsatz (ein elektiver Fall, ein Notfall). Der alleinige Einsatz von Flüssigembolisaten war in zwei Fällen erfolgreich, bei drei Patienten (zwei elektive Fälle, ein Notfall) waren die Aneurysmen für eine endovaskuläre Ausschaltung nicht geeignet (Abbildung 8).

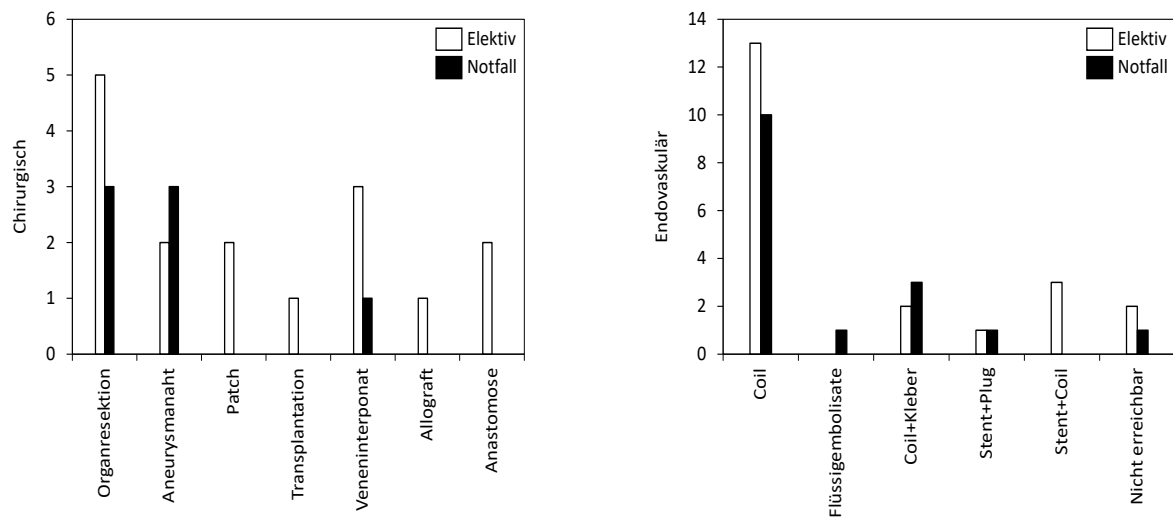


Abbildung 8: Therapeutische Möglichkeiten in den beiden Behandlungsgruppen offen chirurgisch und endovaskulär. In der Gruppe der chirurgisch versorgten Patienten zeigt sich eine relativ ausgeglichene Verteilung der angewandten Techniken, in der endovaskulären Behandlung ist das Coilingverfahren deutlich favorisiert.

Sowohl chirurgische als auch endovaskuläre Verfahren bieten eine Vielzahl an therapeutischen Möglichkeiten, abhängig vom Geschick und der Erfahrung des zuständigen Chirurgen. Es zeigte sich jedoch bei drei Patienten ein Behandlungsabbruch in der endovaskulär versorgten Gruppe, während in der chirurgischen Therapie alle Patienten erfolgreich behandelt werden konnten (Abbildung 9).

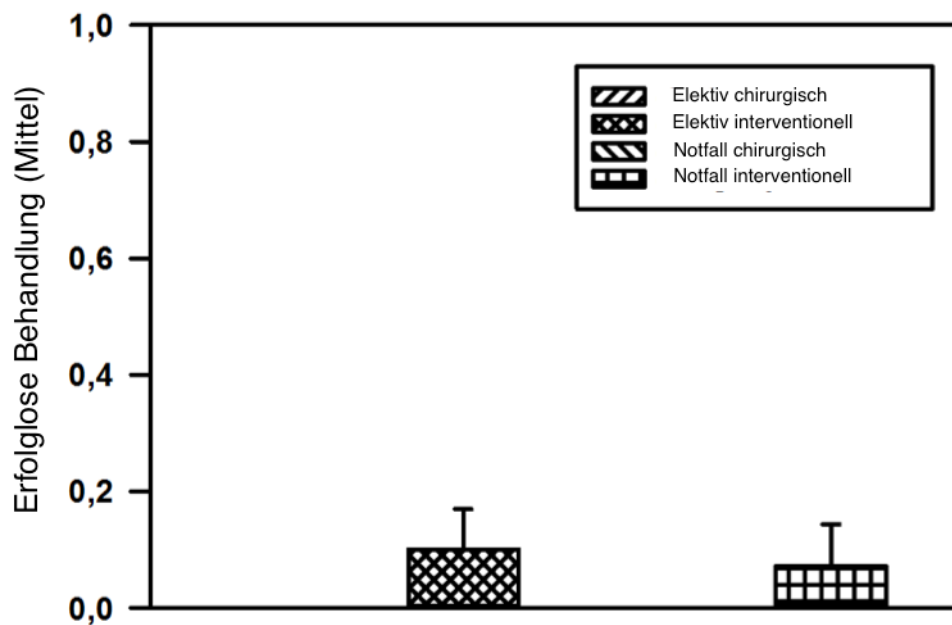


Abbildung 9: Erfolgreiche Behandlungen: Elektiv chirurgisch vs. elektiv interventionell (n=0 vs. n=2), Notfall chirurgisch vs. Notfall interventionell (n=0 vs. n=1).

5.6 Komplikationen

Komplikationen traten in insgesamt 22 Fällen (39%) auf. Die intra- und postoperativ aufgetretenen Komplikationen wurden nach der Clavien-Dindo-Klassifikation evaluiert.

Es zeigten sich chirurgische, kardiale und pulmonale Komplikationen. In der Gruppe der elektiv chirurgisch versorgten Patienten kam es bei einem Patienten zu Vorhofflimmern (Grad II). Ein Patient zeigte am 4. postoperativen Tag einen Hämoglobin-Abfall. Bei einer CT-Kontrolle des Abdomens zeigte sich ein intra- und extrahepatisches Hämatom. Nach Stabilisierung des Zustandes des Patienten konnte eine intraabdominelle Hämatomausräumung durchgeführt werden (Grad IIIa). Ein Patient zeigte im weiteren postoperativen Verlauf eine Hernie im Bereich der ehemaligen Laparotomienarbe, sodass eine chirurgische Versorgung mittels Bruchlückenverschluss in Intubationsnarkose durchgeführt wurde (Grad IIIb). In einem Fall kam es am OP-Tag zu einer retroperitonealen Nachblutung (Grad IIIb), ein weiterer Patient entwickelte eine Pankreatitis mit Ausbildung einer Pankreaspseudozyste (Grad IIIb). In beiden Fällen erfolgte eine operative Versorgung. Ein Patient erlitt eine Sepsis, wodurch es zu einer massiven Verschlechterung des pulmonalen Gasaustausches kam (Grad IVa). In der Gruppe der elektiv-chirurgisch versorgten Patienten erlitt ein Patient eine fulminante Lungenembolie und verstarb (Grad V).

In der Gruppe der elektiv-endovaskulär versorgten Patienten kam es bei einem Patienten zu einer postinterventionellen Pankreatitis (Grad II). Bei einem Patient wurde eine kleine Lungenembolie im Bereich des rechten Unterlappens mit konsekutiver Minderbelüftung im

Bereich des Lungenparenchyms nachgewiesen (Grad II). In einem Fall wurde eine Stentbergung bei Stentdislokation notwendig (Grad IIIa), in zwei Fällen erfolgten Re-Coilings bei Restperfusion der Aneurysmen (Grad IIIa).

Bei den Patienten, die als Notfall chirurgisch versorgt wurden, erlitt ein Patient eine Pankreatitis (Grad II), zwei Patienten zeigten postoperativ Hämatome, eines an der Venenentnahmestelle (Grad I), eines im Mittelbauch (Grad II). In einem Fall wurde bei Pankreasfistel eine Revisions-Operation durchgeführt (Grad IIIb).

In der Gruppe der Patienten, die notfallmäßig endovaskulär versorgt wurden, zeigte sich in einem Fall ein lokales Hämatom (Grad I), ein Fall von Pneumonie mit Infiltrat in der rechten Lunge im basalen Abschnitt (Grad II), ein Patient erhielt eine Resektion eines intrahepatischen Abszesses (Grad IIIb). Bei einem Patienten kam es im Verlauf zu Rezidivblutungen, einem Milzarterienverschluss und der Ausbildung einer pankreatikogastralen Fistel, weshalb eine Pankreaslinksresektion, eine Splenektomie, eine Magenteilresektion und eine Resektion des Colon transversum durchgeführt wurde (Grad IIIb).

Insgesamt verstarben drei Patienten. Ein Patient, der nach einer Lebertransplantation ein unklares Leberversagen entwickelte und auf der Warteliste für eine Lebertransplantation „high urgent“ gelistet war, verstarb nach Coiling eines rupturierten Aneurysmas der *A. mesenterica superior* an Kreislauf- und Lungenversagen. Ein Patient stellte sich mit lokal weit fortgeschrittenem mäßig differenziertem Adenokarzinom des Magens mit duodenaler Infiltration bei Zustand nach Hemikolektomie links und atypischer Leberresektion bei hepatisch metastasiertem Kolonkarzinom ca. 10 Jahre zuvor vor. Der Patient erhielt eine Gastrektomie und eine Operation nach Whipple. Am ersten postoperativen Tag entwickelte der Patient ein rasch progredientes Leberversagen. Im Verlauf wurden mehrfache abdominelle Revisionen notwendig. Bei Hämoglobinabfall zeigte sich im Rahmen einer CT-Angiographie ein neu aufgetretenes Aneurysma des *Truncus coeliacus* mit großem Hämatom im Bereich des rechten Ober-, Mittel- und Unterbauchs. Der Patient entwickelte eine Peritonitis mit intraabdominellem Nachweis von *Candida albicans* und *Enterococcus faecium*. Außerdem kam es durch den Verschluss der *A. lienalis* zu einer Milznekrose. Der Patient zeigte nach multiplen Eingriffen Zeichen einer progredienten septischen Kreislaufdysfunktion und verstarb schließlich am progredienten septischen zirkulatorischen Versagen in Verbindung mit einer persistierenden hepatischen Insuffizienz. Ein Patient nach elektiver endovaskulärer Versorgung erlitt eine fulminante Lungenembolie (Abbildung 10+11).

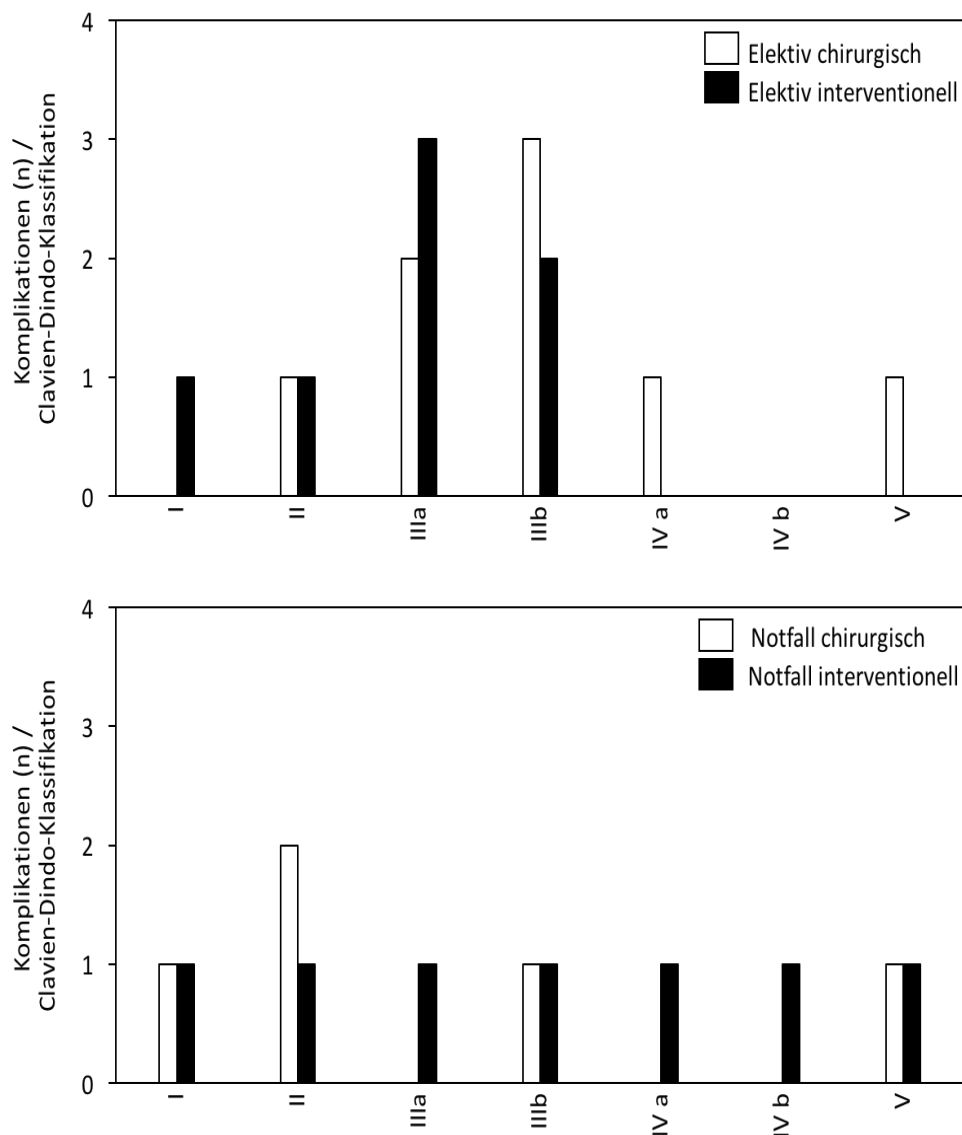


Abbildung 10+11: Clavien-Dindo-Klassifikation: I: Jede Abweichung vom normalen postoperativen Verlauf; II: Pharmakologische Behandlung, Bluttransfusion, parenterale Ernährung; IIIa: Notwendigkeit einer Intervention ohne Vollnarkose; IIIb: Intervention mit Vollnarkose; IVa: Versagen eines Organsystems; IVb: Multiorganversagen; V: Tod.

Insgesamt fand bei 25 % der Patienten, die sich in beiden Gruppen einer elektiven Therapie unterzogen, eine wiederholte chirurgische/endovaskuläre Behandlung aufgrund unzureichender Erstbehandlung oder Komplikationen statt. Bei 7 % der Patienten, die sich einer Notoperation unterzogen, war eine erneute Operation erforderlich. Im Gegensatz dazu wurde bei Patienten, die im Notfall eine endovaskuläre Behandlung erhielten, eine Reoperationsrate von 14 % festgestellt (Abbildung 12).

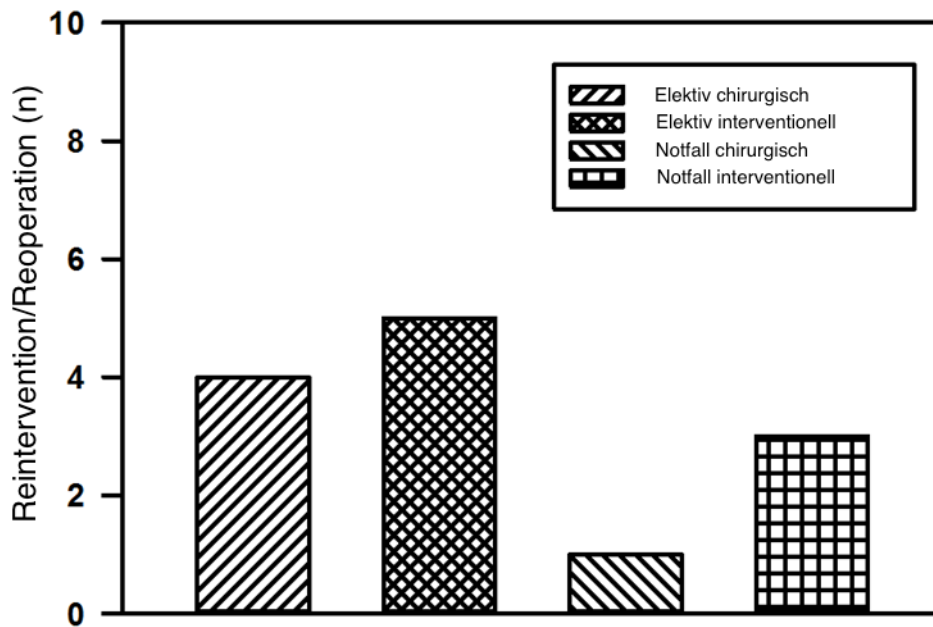


Abbildung 12: Reintervention nach elektiver Chirurgie (n=4/16), nach elektiver endovaskulärer Versorgung (n=5/20), nach Notfallchirurgie (n=1/7), nach notfallmäßiger endovaskulärer Behandlung (n=3/14). Es wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen festgestellt.

5.7 Hospitalisation

Wieder wurde das gesamte Patientenkollektiv in 4 Gruppen unterteilt: elektiv-chirurgische, elektiv-endovaskuläre, Notfall-chirurgische und Notfall-endovaskuläre Behandlung. Die gesamte Dauer des Krankenhausaufenthaltes war bei Patienten, die sich einer elektiven, endovaskulären Behandlung unterzogen aufgrund eines im Vergleich zur chirurgischen Therapie verringerten Zugangstraumas kürzer ($8,6 \pm 9,71$ Tage vs. $19,44 \pm 10,8$ Tage). Bei Patienten, die sich einer Notfallbehandlung unterzogen, zeigten sich zwischen der Gruppe der chirurgisch und der Gruppe der endovaskulär versorgten Patienten deutlich weniger ausgeprägte Unterschiede in der gesamten Krankenhausaufenthaltsdauer ($20,86 \pm 13,48$ Tage vs. $18,36 \pm 17,8$ Tage). Postoperative Organfunktionsstörungen und Komplikationen führten zu einer verlängerten Behandlung auf der Intensivstation bei Patienten, die sich einer Notoperation unterziehen mussten ($9,14 \pm 9,08$ Tage) im Vergleich zu den anderen Gruppen (Notfall-endovaskulär: $4,64 \pm 7,11$ Tage, elektiv-chirurgisch: $2,56 \pm 5,46$ Tage, elektiv-endovaskulär: $0,25 \pm 1,12$ Tage). Bei der Verweildauer auf einer Intermediate Care Station wurden keine weiteren Unterschiede zwischen den verschiedenen Behandlungsgruppen festgestellt (Abbildung 13).

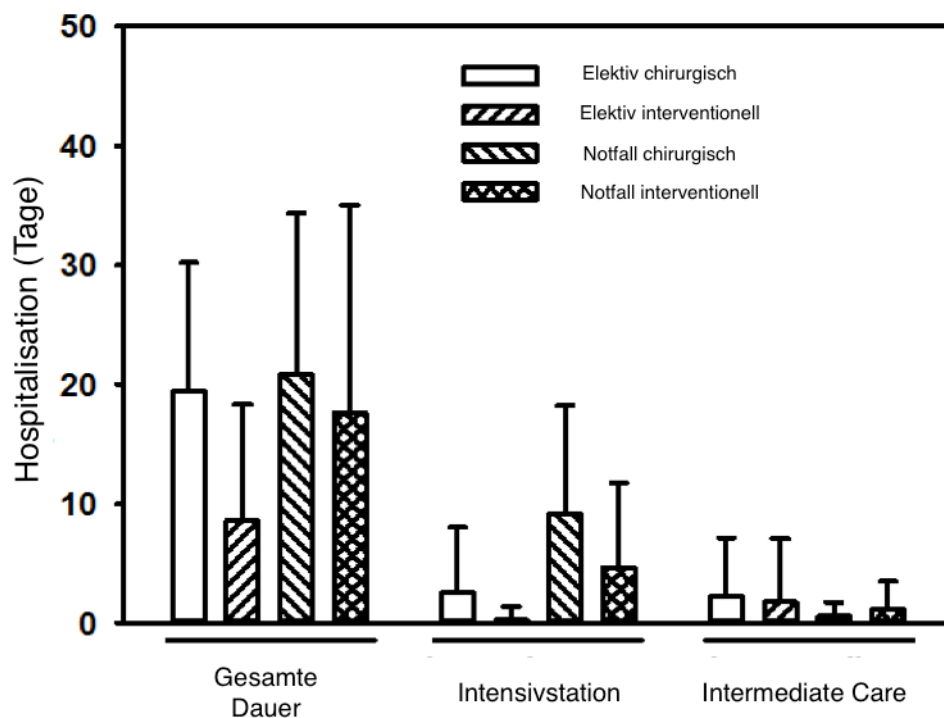


Abbildung 13: Gesamte Krankenhausaufenthaltsdauer, Dauer auf Intensivstation und auf einer Intermediate Care Station (n=Tage).

5.8 Morbidität

Der Charlson-Komorbiditätsindex wurde angewendet, um Komorbiditäten, Komplikationen und Behandlungsmethoden in Beziehung zu setzen. Der Gesamtscore betrug $2,73 \pm 2,29$, zwischen 2,08 und 3,24 unter den verschiedenen Behandlungsmethoden. Bei Patienten, die nach elektiver endovaskulärer Behandlung Komplikationen aufwiesen, lag der durchschnittliche Charlson-Komorbiditätsindex bei $4,5 \pm 2,12$. Diese Daten könnten auf ein erhöhtes Risiko für Patienten mit bereits bestehenden Erkrankungen hinweisen, die sich solchen Verfahren unterziehen (Abbildung 14).

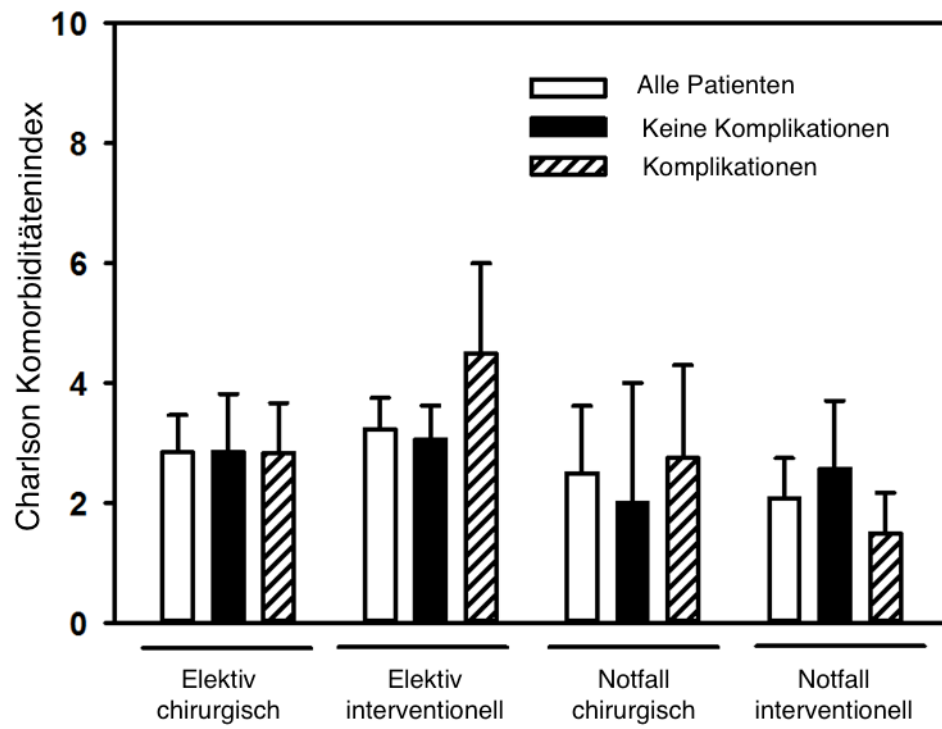


Abbildung 14: Charlson-Komorbiditätsindex

6 Diskussion

Viszeralarterienaneurysmen zählen mit einer Inzidenz von 0,1-2 % zu den seltenen Erkrankungen [15, 55, 56]. Die Ergebnisse in unserem Patientenkollektiv decken sich mit denen in anderen Studien. Viszeralarterienaneurysmen treten am häufigsten an der *A. lienalis* auf und machen etwa 60 % aller Viszeralarterienaneurysmen aus [55, 57-59]. In unserem Kollektiv zeigt sich jedoch nicht diese Dominanz, ein Aneurysma der *A. lienalis* lag lediglich in 30 % vor. Aneurysmen der *A. lienalis* haben meist eine sackförmige Morphologie und befinden sich im mittleren bis distalen Abschnitt der Milzarterie [60]. Im Gegensatz zu Aneurysmen an anderen Viszeralarterien, bei denen das männliche Geschlecht überwiegt, treten Aneurysmen der *A. lienalis* bei Frauen etwa 4x häufiger auf [57]. Dies spiegelt sich auch in unseren Ergebnissen wider, jedoch in geringerer Ausprägung (etwa 50% häufiger). Aneurysmen werden auch häufig bei Frauen nach mehreren Geburten beschrieben. Hormonelle Veränderungen während der Schwangerschaft scheinen bei der Aneurysmaentstehung und Ruptur eine Rolle zu spielen, die genauen Mechanismen sind noch nicht vollständig erforscht. Zu den weiteren Risikofaktoren zählen Arteriosklerose, portale Hypertension, und fibromuskuläre Dysplasie. Pseudoaneurysmen der *A. lienalis* entstehen meist infolge einer Pankreatitis oder nach Trauma. Aneurysmen der *A. lienalis* stellen häufig Zufallsbefunde dar, da sie meist asymptomatisch verlaufen. Während einer Schwangerschaft besteht ein hohes Rupturrisiko, daher sollten in diesen Fällen, unabhängig von der Größe, alle Aneurysmen versorgt werden. Außerdem müssen symptomatische und asymptomatische Aneurysmen ab einer Größe von 20-25 mm Durchmesser behandelt werden [57]. Aneurysmen der *A. hepatica* machen etwa 20-50 %, Aneurysmen der *A. mesenterica superior* etwa 5-6 %, Aneurysmen der *A. gastrica* etwa 4 % der Viszeralarterienaneurysmen aus [9]. Unsere Ergebnisse beinhalten Aneurysmen der *A. hepatica communis* in 28 %, der *A. mesenterica superior* in 19 %, also deutlich mehr als in der Literatur beschrieben und der *A. gastrica sinistra* in 5 %. Selten treten Aneurysmen an *Aa. mesenterica inferior* (bis 1%), *pancreaticoduodenalis* (2%) und *gastroduodenalis* (1,5 %) auf [25], wohingegen in unserem Patientengut Aneurysmen der *A. gastroduodenalis* mit 16 % außergewöhnlich häufiger auftraten. Aneurysmen der *A. hepatica* verlaufen meist asymptomatisch und stellen Zufallsbefunde dar [57]. Sie treten doppelt so häufig bei Männern auf, was auch in unseren Ergebnissen bestätigt werden kann und bevorzugt zwischen dem 50. und 60. Lebensjahr – bei uns Altersspanne 19-77 Jahre mit Häufigkeitsgipfel etwa zwischen 50 und 60 Jahren [25]. Behandelt werden müssen symptomatische Aneurysmen, Pseudoaneurysmen, Aneurysmen mit einem Durchmesser von über 20 mm, multiple Aneurysmen der *A. hepatica* und nicht

arteriosklerotisch bedingte Aneurysmen. Bei Ruptur besteht ein hohes Mortalitätsrisiko [57]. Aneurysmen der *A. mesenterica superior* verlaufen im Gegensatz zu anderen Viszeralarterienaneurysmen häufig symptomatisch. Die Patienten klagen dabei über Bauchschmerzen, Übelkeit, Erbrechen und Magen- und Darmblutungen. Zudem besteht ein hohes Risiko für eine Darmischämie und eine Ruptur. Die Mortalität liegt zwischen 30 und 90 % [57, 60]. Auch bei uns kam ein Todesfall bei einem solchen rupturierten Aneurysma vor. Die Arteriosklerose stellt in unserem Patientenkollektiv die häufigste Ursache für ein Viszeralarterienaneurysma dar, gefolgt von der Pankreatitis. Nahtaneurysmen, eine fibromuskuläre Dysplasie, mykotische Aneurysmen, Vaskulitis und traumatische Aneurysmen stellen seltene Ursachen dar. In der Literatur werden als Ursachen für Viszeralarterienaneurysmen Arteriosklerose, Mediadegeneration, abdominelle Traumata, Infektionen und entzündliche Erkrankungen, angeborene oder erworbene Bindegewbserkrankungen wie Marfan-Syndrom, Ehlers-Danlos-Syndrom, Morbus Osler-Weber-Rendu, Kawasaki-Syndrom oder die hereditäre hämorrhagische Teleangiektasie beschrieben. Seltener Ursachen stellen juvenile rheumatoide Arthritis, systemischer Lupus erythematodes, Hashimoto-Thyreoiditis oder die Polyarteriitis nodosa dar [18]. Aneurysmen der *A. lienalis* liegen häufig eine Arteriosklerose, Hypertonie, portale Hypertension, Leberzirrhose oder eine Schwangerschaft zugrunde. Ursachen für Pseudoaneurysmen der *A. lienalis* sind vor allem Infektionen und entzündliche Erkrankungen [61, 62]. Aneurysmen der *A. hepatica* entstehen durch Arteriosklerose, fibromuskuläre Dysplasie, Polyarteriitis nodosa und Hypertonie. Außerdem werden mykotische Aneurysmen der *A. hepatica* beschrieben. Aneurysmen der *A. mesenterica superior* entstehen auf dem Boden einer Arteriosklerose, bei Bindegewbserkrankungen, Polyarteriitis nodosa oder entzündlichen Erkrankungen. Pseudoaneurysmen der *Aa. gastroduodenalis* und *pancreaticoduodenalis* sind häufiger als echte Aneurysmen und sind vor allem entzündlich bedingt, zum Beispiel im Rahmen einer akuten Pankreatitis [53, 63]. Differenzialdiagnostisch sollte bei Vorkommen von Viszeralarterienaneurysmen auch an das seltene Aneurysma-Osteoarthritis-Syndrom gedacht werden, eine autosomal-dominant vererbte Erkrankung, die durch arterielle Aneurysmen, Tortuositas und Aortendissektion in Kombination mit einer Arthrose gekennzeichnet ist [64].

Zur Behandlung von Viszeralarterienaneurysmen stehen verschiedene chirurgische und endovaskuläre Verfahren zur Verfügung [57, 65]. In unseren Daten zeigt sich mit zwei Dritteln eine Bevorzugung der endovaskulären Therapie. Mit der Frage, ob Viszeralarterienaneurysmen chirurgisch oder endovaskulär behandelt werden sollen, hat man

sich in randomisierten Studien nicht befasst, es gibt nur Veröffentlichungen kleiner retrospektiver Kohorten [65]. Bei den endovaskulären Verfahren handelt es sich um minimal-invasive Techniken, die unter örtlicher Betäubung durchgeführt werden können. Weitere Vorteile sind eine schnellere postoperative Genesung und kürzere Krankenhausaufenthalte [57].

Die Wahl des geeigneten Therapieverfahrens hängt von verschiedenen Faktoren ab, nämlich individuellen anatomischen Merkmalen, Ätiologie des Aneurysmas, Vorliegen von Kollateralkreisläufen, Komorbiditäten und Risikofaktoren des Patienten. Außerdem spielen technische Ausstattung der jeweiligen Einrichtung und individuelle Vorlieben bzw. Geschick des behandelnden Arztes eine Rolle [57, 66]. Therapieziele sind Aneurysmaausschaltung und Erhalt der Organperfusion [67]. Die Chirurgie wird als traditionelle Therapie beschrieben, die über Jahrzehnte den Standard bei der Behandlung asymptomatischer und symptomatischer Viszeralarterienaneurysmen darstellte [56, 65]. Sie gilt als die Methode der Wahl, wenn eine Revaskularisierung erforderlich ist [68]. Bei der Versorgung von Riesenaneurysmen der *A. lienalis* - als Riesenaneurysmen werden in der Literatur Aneurysmen > 5 cm beschrieben - oder Aneurysmen des *Truncus coeliacus* bleibt die offene Chirurgie weiterhin der Goldstandard [62, 66]. Außerdem bietet die Chirurgie den Vorteil guter Langzeitdaten und erfordert im Vergleich zur endovaskulären Therapie eine weniger intensive Nachsorge [69]. Ein weiterer Vorteil ist die Gewinnung histologischer und mikrobiologischer Proben zur weiteren Ursachenabklärung [67]. In den letzten Jahren hat sich das therapeutische Vorgehen aufgrund oben bereits genannter Vorteile und der Weiterentwicklung und Verbesserung minimalinvasiver Techniken in Richtung eines endovaskulären Managements verschoben [65, 69].

Die endovaskuläre Therapie stellt Verfahren mit geringer Morbidität, Mortalität und hohen Erfolgsraten dar, die von vielen Zentren als erster Ansatz verwendet wird und bei Bedarf, nach Rekanalisation des Aneurysmas, wiederholt werden kann. Es werden Erfolgsraten zwischen 75-100 % nach Aneurysmaembolisation beschrieben, Morbiditätsraten zwischen 14 und 25 % und eine Mortalitätsrate von 0 % selbst im Notfall [56, 69]. Zur Verhinderung einer Endorganischämie muss eine Durchblutung des Endorgans durch Kollateralkreisläufe gewährleistet sein [13]. Bei Patienten, bei denen aufgrund ihrer Komorbiditäten ein erhöhtes Operationsrisiko besteht, wird die endovaskuläre Therapie mittlerweile bevorzugt. Selbst im Notfall ist bei Risikopatienten ein endovaskuläres Vorgehen vorzuziehen [70].

In unserem Krankengut erfolgten 23 chirurgische Eingriffe, darunter sieben Notfalloperationen und 16 elektive Behandlungen. Bei etwa einem Drittel wurden

Organresektionen aufgrund von Aneurysmen der *A. lienalis* durchgeführt. Die Mortalität im chirurgischen Kollektiv lag bei knapp 9 %. Die anderen 34 Patienten wurden endovaskulär behandelt. In 14 Fällen lag ein Notfall vor, die restlichen 20 Patienten wurden elektiv versorgt. Bei den endovaskulären Techniken zeigte sich mit zwei Drittel ein deutliches Übergewicht des Coiling-Verfahrens. Diese Vorgehensweise ist auch in der Literatur als bevorzugte Methode beschrieben [10, 55, 67]. Bei drei Patienten gelang keine endovaskuläre Aneurysmaausschaltung. Die Mortalität lag bei nur knapp 3 %.

Metallcoils und Stentgrafts stellen häufig verwendete Embolisationsmaterialien dar [69]. Außerdem kommen Vascular Plugs, Flüssigembolise, Thrombininjektion oder Flow-Diverter zum Einsatz [57].

Über eine ähnlich umfangreiche Fallzahl endovaskulär versorgter Patienten berichten Carroccio et al. Sie führten bei 36 Patienten mit Viszeralarterienaneurysmen nur endovaskuläre Techniken durch. Die Therapie umfasste eine Aneurysmaausschaltung mittels Metallcoils oder gecoverter Stents. Die primäre Erfolgsrate lag bei 89 %, die perioperative Komplikationsrate bei 25 %, die Mortalitätsrate bei 3 %. Bei sieben Patienten erfolgte mindestens eine Reintervention. [13]. Auch bei uns zeigte sich eine hohe Erfolgsrate mit 88 % bei gleicher Mortalitätsrate, die Reinterventionsrate lag bei 24 %. Venturini et al. führten in einer Studie ebenfalls nur endovaskuläre Techniken durch. Das Patientengut umfasste 40 Fälle von echten Aneurysmen und Pseudoaneurysmen der Viszeralarterien. Sie beschreiben eine Erfolgsrate von knapp 85 %, bei elektiven Eingriffen sogar von 100 %. Die Mortalität lag bei 12 % [71]. In einer Studie von Pfister et al. wurden von 69 behandelten Viszeralarterienaneurysmen 35 endovaskulär versorgt. Hier zeigte sich bei Aneurysmablutung mit 94 % eine hohe Erfolgsrate. Aufgrund ihrer sehr guten Erfahrungen empfehlen die Autoren daher ein endovaskuläres Vorgehen v.a. bei Aneurysmablutung und Pseudoaneurysmen der Viszeralarterien [67]. Über 32 Patienten mit Viszeralarterienaneurysmen berichten Cochenec et al. Bei 15 der 32 behandelten Fälle erfolgte eine endovaskuläre Therapie. Im endovaskulären Kollektiv lag die Erfolgsrate bei 100 %, die Mortalitätsrate bei 0 % [72]. Es handelt sich hierbei allerdings um ein eher kleines Patientengut. Demgegenüber wird auch über geringere Erfolgsraten bei endovaskulären Verfahren berichtet [10]. Pitton et al. behandelten 59 Viszeralarterienaneurysmen. 45 Aneurysmen wurden endovaskulär, die übrigen 14 chirurgisch therapiert. 60 % der endovaskulär verwendeten Techniken machte eine Versorgung mittels Coils aus. Ähnlich unserer Studie wurden bei ihnen außerdem Kleber, Stents und kombinierte Verfahren, wie Coil + Stent, Coil + Kleber, Coil + Amplatzer Plug, angewandt. Im endovaskulären

Patientengut lag die Mortalität bei 5 %, im chirurgischen Kollektiv sogar bei 0 %. Allerdings zeigte sich bei den chirurgisch versorgten Patienten eine bemerkenswert hohe postoperative Komplikationsrate. Aufgrund dieser geringen Fallzahl trauen sich die Autoren dennoch keinerlei Vergleiche zwischen den beiden Gruppen zu [55].

Andere Autoren bevorzugten chirurgische Verfahren. Grottemeyer et al. berichten über eine Gesamterfolgsrate von 88 %. Sie behandelten insgesamt 31 Viszeralarterienaneurysmen. 29 wurden chirurgisch, zwei endovaskulär versorgt. Aufgrund einer „niedrigen Morbiditätsrate“ bei chirurgisch behandelten Patienten legen sich die Autoren auf eine Bevorzugung der chirurgischen Vorgehensweise fest [47]. Gleichmaßen äußern sich Chiesa et al. in einer Studie über 31 Viszeralarterienaneurysmen, von denen 25 chirurgisch versorgt wurden. Sie beschreiben die chirurgische Vorgehensweise bei einer Mortalität von 3,6 % als sicher, wohingegen die Quote frustrierender Versuche bei endovaskulären Eingriffen (n=7) bei über 40 % lag [16]. In diesen beiden Studien aus früheren Jahren war möglicherweise die Methodik endovaskulärer Verfahren aber auch noch weniger ausgereift. Sachdev-Ost et al. behandelten 59 Patienten mit 61 Viszeralarterienaneurysmen. 24 Patienten wurden chirurgisch, 35 Patienten endovaskulär versorgt. Im endovaskulären Patientengut zeigte sich eine Erfolgsrate von 89 % und eine Mortalitätsrate von 3 %. Im chirurgischen Kollektiv wird eine Mortalitätsrate von 4 % beschrieben. Die Reinterventionsrate lag bei endovaskulär versorgten Patienten mit 20 % geringfügig höher als bei chirurgisch behandelten Patienten (17 %). In unserer Studie lag die Reoperationsrate im chirurgischen Kollektiv bei 22 %, die Mortalität bei 9 % und die Erfolgsrate bei 91 %. Außerdem beschreiben Sachdev-Ost et al. kürzere Krankenhausaufenthalte bei Patienten, die sich einer endovaskulären Behandlung unterzogen (2,4 vs. 6,6 Tage) [73]. Auch in unserer Arbeit können wir zeigen, dass die endovaskuläre Behandlung in elektiven Fällen tatsächlich mit einer deutlich kürzeren Krankenhausaufenthaltsdauer einhergeht ($8,6 \pm 9,71$ Tage vs. $19,44 \pm 10,8$ Tage in der chirurgisch versorgten Gruppe). Im Notfall zeigt sich dieser Unterschied weniger ausgeprägt ($18,36 \pm 17,8$ Tage endovaskulär vs. $20,86 \pm 13,48$ Tage chirurgisch). Sachdev-Ost et al. empfehlen einen endovaskulären Ansatz daher bei Patienten mit multiplen Komorbiditäten, bei hämodynamisch instabilen Patienten und bei Patienten, die aufgrund ihrer Komorbiditäten nicht für eine offene Operation geeignet sind. Außerdem ist eine endovaskuläre Therapie dann sinnvoll, wenn eine arterielle Rekonstruktion nicht unbedingt erforderlich ist [54, 73].

Auch unsere Daten ergaben, dass Patienten mit einer erhöhten Anzahl an Komorbiditäten von einer endovaskulären Vorgehensweise profitierten, auch wenn ein gewisses Risiko für einen Therapieabbruch besteht. Dabei ist der auf Seite 23 erwähnte Charlson-Komorbiditätsindex eine gute Hilfestellung. Bei hohem Charlson-Komorbiditätsindex wurden dementsprechend endovaskuläre Verfahren bevorzugt.

Unsere favorisierte Strategie umfasst daher bei Patienten mit Komorbiditäten einen zunächst endovaskulären Ansatz mit der Möglichkeit der Konversion zur konventionellen offenen Chirurgie bei Bedarf. Die endovaskuläre Therapie sollte daher nicht generell als Ersttherapie gelten, sondern es sollten neben den oben genannten Punkten auch die Erfahrung des interventionellen Radiologen und des Chirurgen, sowie die Erreichbarkeit des Aneurysmas berücksichtigt werden.

Limitationen der Studie ergeben sich daraus, dass es sich bei unseren Daten nur um eine kleine retrospektive Datenanalyse handelt und daraus keine evidenzbasierten Empfehlungen abgegeben werden können. Die Ergebnisse der Studie sollen aber vor allem dazu beitragen, den Erfahrungsschatz zu vergrößern.

7 Literaturverzeichnis

1. Hiratzka, L.F., et al., *2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM guidelines for the diagnosis and management of patients with Thoracic Aortic Disease: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, American Association for Thoracic Surgery, American College of Radiology, American Stroke Association, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society of Thoracic Surgeons, and Society for Vascular Medicine*. Circulation, 2010. **121**(13): p. e266-369.
2. Krams, M., et al., *Kurzlehrbuch Pathologie*. 2nd ed. 2013, Stuttgart: Thieme.
3. Riede, U., et al., *Kardiovaskuläres System*, in *Allgemeine und spezielle Pathologie*, U. Riede, M. Werner, and S. H., Editors. 2004, Thieme: Stuttgart. p. 433-437.
4. Amboss. *Types of aneurysms*. 2020, December 3 16.05.2021]; Available from: [https://next.amboss.com/us/article/Wh0P1f?q=aneurysm - Z8b6f02c390dc48c34116eba68662f92b](https://next.amboss.com/us/article/Wh0P1f?q=aneurysm-Z8b6f02c390dc48c34116eba68662f92b).
5. Luther, B., S. Müller-Hülsbeck, and E.S. Debus, *Viszeralarterien*, in *Operative und interventionelle Gefäßmedizin*, E.S. Debus and W. Gross-Fengels, Editors. 2012, Springer: Berlin. p. 580.
6. Kageyama, Y., et al., *The arc of Buhler: special considerations when performing pancreaticoduodenectomy*. Surg Case Rep, 2016. **2**(1): p. 21.
7. Tillmann, B. and E.S. Debus, *Anatomie der Gefäße und operative Zugangswege*, in *Operative und interventionelle Gefäßmedizin*, E.S. Debus and W. Gross-Fengels, Editors. 2012, Springer: Berlin. p. 40.
8. Amboss. *Branches of the abdominal aorta*. 2021, February 2021 16.05.2021]; Available from: [https://next.amboss.com/us/article/LJ0wuS?q=abdominal%20aorta - Zee0f19b78c1014ec59137114969a7bac](https://next.amboss.com/us/article/LJ0wuS?q=abdominal%20aorta-Zee0f19b78c1014ec59137114969a7bac).
9. Meyer, A., et al., *[Visceral artery aneurysms]*. Zentralbl Chir, 2010. **135**(5): p. 416-20.
10. Ikeda, O., et al., *Nonoperative management of unruptured visceral artery aneurysms: treatment by transcatheter coil embolization*. J Vasc Surg, 2008. **47**(6): p. 1212-9.
11. Baretton, G.B., C.J. Kirkpatrick, and B.D. Bültmann, *Gefäße*, in *Pathologie*, W. Böcker, et al., Editors. 2008, Urban & Fischer: München. p. 508.
12. Rossi, M., et al., *Endovascular exclusion of visceral artery aneurysms with stent-grafts: technique and long-term follow-up*. Cardiovasc Intervent Radiol, 2008. **31**(1): p. 36-42.
13. Carroccio, A., et al., *Endovascular treatment of visceral artery aneurysms*. Vasc Endovascular Surg, 2007. **41**(5): p. 373-82.
14. Berceci, S.A., *Hepatic and splenic artery aneurysms*. Semin Vasc Surg, 2005. **18**(4): p. 196-201.
15. Regus, S. and W. Lang, *Management of true visceral artery aneurysms in 31 cases*. J Visc Surg, 2016. **153**(5): p. 347-352.
16. Chiesa, R., et al., *Visceral artery aneurysms*. Ann Vasc Surg, 2005. **19**(1): p. 42-8.
17. Li, E.S., et al., *Total splenic artery embolization for splenic artery aneurysms in patients with normal spleen*. World J Gastroenterol, 2014. **20**(2): p. 555-60.
18. Gehlen, J.M., et al., *Visceral artery aneurysms*. Vasc Endovascular Surg, 2011. **45**(8): p. 681-7.
19. Bar, F., et al., *[CEUS as a tool to uncover an unusual cause of obstructive jaundice]*. Z Gastroenterol, 2012. **50**(5): p. 449-52.

20. Kim, J.H., et al., *Splenic artery aneurysm with the double-rupture phenomenon*. Clin Exp Emerg Med, 2017. **4**(2): p. 113-116.
21. <Deutsches Ärzteblatt Aneurysmen viszeraler Arterien 2006.pdf>.
22. Gefäßchirurgie, D.G.f., *Aneurysmen des Truncus coeliacus, der Arteria lienalis, hepatica und mesenterica*, in *Leitlinien zu Diagnostik und Therapie in der Gefäßchirurgie* 2010, Springer: Berlin, Heidelberg.
23. Lagana, D., et al., *Multimodal approach to endovascular treatment of visceral artery aneurysms and pseudoaneurysms*. Eur J Radiol, 2006. **59**(1): p. 104-11.
24. Carr, S.C., et al., *Visceral artery aneurysm rupture*. J Vasc Surg, 2001. **33**(4): p. 806-11.
25. Sousa, J., D. Costa, and A. Mansilha, *Visceral artery aneurysms: review on indications and current treatment strategies*. Int Angiol, 2019. **38**(5): p. 381-394.
26. Cordova, A.C. and B.E. Sumpio, *Visceral Artery Aneurysms and Pseudoaneurysms—Should They All be Managed by Endovascular Techniques?* Annals of Vascular Diseases, 2013. **6**(4): p. 687-693.
27. Yan, T.D., S.H.J. Choi, and J.C. Chen, *Gonadal vein as a bypass conduit for arterial reconstruction during an aortic debranching repair of a paravisceral aortic aneurysm*. J Vasc Surg Cases Innov Tech, 2021. **7**(3): p. 374-377.
28. Vo, T., et al., *Staple aneurysmorrhaphy to salvage autogenous arteriovenous fistulas with aneurysm-related complications*. J Vasc Surg, 2015. **61**(2): p. 457-62.
29. Juntermanns, B., et al., *Visceral artery aneurysms*. Gefasschirurgie, 2018. **23**(Suppl 1): p. 19-22.
30. Huang, Y.K., et al., *Visceral artery aneurysm: risk factor analysis and therapeutic opinion*. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2007. **33**(3): p. 293-301.
31. Pulli, R., et al., *Surgical treatment of visceral artery aneurysms: A 25-year experience*. J Vasc Surg, 2008. **48**(2): p. 334-42.
32. Barbiero, G., et al., *Percutaneous thrombin embolization of a pancreatico-duodenal artery pseudoaneurysm after failing of the endovascular treatment*. World J Radiol, 2014. **6**(8): p. 629-35.
33. Tulsyan, N., et al., *The endovascular management of visceral artery aneurysms and pseudoaneurysms*. J Vasc Surg, 2007. **45**(2): p. 276-83; discussion 283.
34. Ferrara, D., et al., *Endovascular management of a large hepatic artery aneurysm*. Clin Ter, 2017. **168**(3): p. e178-e180.
35. Ruiz-Tovar, J., et al., *Evolution of the therapeutic approach of visceral artery aneurysms*. Scand J Surg, 2007. **96**(4): p. 308-13.
36. Larena-Avellaneda, A., *Entwicklung der arteriellen Gefäßchirurgie*, in *Operative und interventionelle Gefäßmedizin*, E.S. Debus and W. Gross-Fengels, Editors. 2012, Springer: Berlin. p. 13.
37. Kansupada, K.B. and J.W. Sassani, *Sushruta: the father of Indian surgery and ophthalmology*. Doc Ophthalmol, 1997. **93**(1-2): p. 159-67.
38. Brockmann, C., [*"Great was the name of Galen". The physician's self-portrayal in his works*]. Medizinhist J, 2009. **44**(2): p. 109-29.
39. Karamanou, M., et al., *Hallmarks in the Therapeutic Approach of Aortic Aneurysms: The Main Contributors*. Curr Pharm Des, 2015. **21**(28): p. 3996-9.
40. Sade, R.M., *A Surprising Alliance: Two Giants of the 20th Century*. Ann Thorac Surg, 2017. **103**(6): p. 2015-2019.
41. Aida, L., *Alexis Carrel (1873-1944): visionary vascular surgeon and pioneer in organ transplantation*. J Med Biogr, 2014. **22**(3): p. 172-5.

42. *The Seldinger technique. Reprint from Acta Radiologica 1953.* American Journal of Roentgenology, 1984. **142**(1): p. 5-7.
43. Larena-Avellaneda, A., *Entwicklung der arteriellen Gefäßchirurgie*, in *Operative und interventionelle Gefäßmedizin*, E.S. Debus and W. Gross-Fengels, Editors. 2012, Springer: Berlin. p. 16-19.
44. Lynch, M.J. and N.W. Woodford, *Rupture of a splenic artery aneurysm during pregnancy with maternal and foetal death: a case report.* Med Sci Law, 2008. **48**(4): p. 342-5.
45. Grotemeyer, D., et al., *[Mycotic visceral artery aneurysm: clinical picture, diagnosis, differential therapy, and discussion of the literature]*. Chirurg, 2004. **75**(5): p. 533-40.
46. Kreel, L., *The recognition and incidence of splenic artery aneurysms. A historical review.* Australas Radiol, 1972. **16**(2): p. 126-36.
47. Grotemeyer, D., et al., *Visceral artery aneurysms--follow-up of 23 patients with 31 aneurysms after surgical or interventional therapy.* Langenbecks Arch Surg, 2009. **394**(6): p. 1093-100.
48. Teoule, P., et al., *The Clavien-Dindo Classification in Pancreatic Surgery: A Clinical and Economic Validation.* J Invest Surg, 2018: p. 1-7.
49. Dindo, D., N. Demartines, and P.A. Clavien, *Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey.* Ann Surg, 2004. **240**(2): p. 205-13.
50. Neurosurgery, O. *Clavien Dindo Grading system.* 2018, December 2 16.05.2021]; Available from: https://operativeneurosurgery.com/doku.php?id=clavien_dindo_grading_system.
51. Charlson, M.E., et al., *A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation.* J Chronic Dis, 1987. **40**(5): p. 373-83.
52. ResearchGate. *Charlson comorbidity index score.* 2016, May 16.05.2021]; Available from: https://www.researchgate.net/figure/CCI-Charlson-comorbidity-index-score_fig3_301936501.
53. Belli, A.M., G. Markose, and R. Morgan, *The role of interventional radiology in the management of abdominal visceral artery aneurysms.* Cardiovasc Intervent Radiol, 2012. **35**(2): p. 234-43.
54. Sachdev-Ost, U., *Visceral artery aneurysms: review of current management options.* Mt Sinai J Med, 2010. **77**(3): p. 296-303.
55. Pitton, M.B., et al., *Visceral artery aneurysms: Incidence, management, and outcome analysis in a tertiary care center over one decade.* Eur Radiol, 2015. **25**(7): p. 2004-14.
56. Borzelli, A., et al., *Successful endovascular treatment of a recurrent giant celiac artery aneurysm.* Radiol Case Rep, 2019. **14**(6): p. 723-728.
57. Obara, H., et al., *Current management strategies for visceral artery aneurysms: an overview.* Surg Today, 2020. **50**(1): p. 38-49.
58. Giurazza, F., et al., *Endovascular Treatment of a Dissected Celiac Trunk Aneurysm Complicated with Consequent Pseudoaneurysm: Primary Treatment and Treatment Relapse after 5 Years.* Case Rep Vasc Med, 2015. **2015**: p. 291953.
59. Khurana, J. and I.M. Spinello, *Splenic artery aneurysm rupture: a rare but fatal cause for peripartum collapse.* J Intensive Care Med, 2013. **28**(2): p. 131-3.
60. Karaosmanoglu, A.D., et al., *Role of imaging in visceral vascular emergencies.* Insights Imaging, 2020. **11**(1): p. 112.

61. Tani, R., et al., *Severely Calcified True Aneurysm: A Thought-Provoking Case of Solitary Origin and Postoperative Management*. Am J Case Rep, 2019. **20**: p. 620-627.
62. Akbulut, S. and E. Otan, *Management of Giant Splenic Artery Aneurysm: Comprehensive Literature Review*. Medicine (Baltimore), 2015. **94**(27): p. e1016.
63. Erben, Y., et al., *Operative management of hepatic artery aneurysms*. J Vasc Surg, 2015. **62**(3): p. 610-5.
64. van der Linde, D., et al., *Aneurysm-osteoarthritis syndrome with visceral and iliac artery aneurysms*. J Vasc Surg, 2013. **57**(1): p. 96-102.
65. Branchi, V., et al., *Visceral artery aneurysms: evolving interdisciplinary management and future role of the abdominal surgeon*. Eur J Med Res, 2019. **24**(1): p. 17.
66. Hosn, M.A., et al., *Visceral Artery Aneurysms: Decision Making and Treatment Options in the New Era of Minimally Invasive and Endovascular Surgery*. Int J Angiol, 2019. **28**(1): p. 11-16.
67. Pfister, K., et al., *[Management of Visceral Artery Aneurysms with Preservation of Organ Perfusion: More Than Twenty Years Experience]*. Zentralbl Chir, 2018. **143**(5): p. 516-525.
68. Oishi, A., et al., *Surgical Treatment of Celiacomesenteric Trunk Aneurysm: Report of 2 Cases*. Am J Case Rep, 2020. **21**: p. e927077.
69. Kok, H.K., et al., *Systematic Review and Single-Center Experience for Endovascular Management of Visceral and Renal Artery Aneurysms*. J Vasc Interv Radiol, 2016. **27**(11): p. 1630-1641.
70. Ruhnke, H. and T.J. Kröncke, *Aneurysmen und Pseudoaneurysmen viszeraler Arterien - interventionelle Therapie*. Gefäßmedizin Scan - Zeitschrift für Angiologie, Gefäßchirurgie, diagnostische und interventionelle Radiologie, 2018. **05**: p. 63-75.
71. Venturini, M., et al., *Endovascular Repair of 40 Visceral Artery Aneurysms and Pseudoaneurysms with the Viabahn Stent-Graft: Technical Aspects, Clinical Outcome and Mid-Term Patency*. Cardiovasc Intervent Radiol, 2018. **41**(3): p. 385-397.
72. Cochenec, F., et al., *Contemporary management of splanchnic and renal artery aneurysms: results of endovascular compared with open surgery from two European vascular centers*. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2011. **42**(3): p. 340-6.
73. Sachdev, U., et al., *Management of aneurysms involving branches of the celiac and superior mesenteric arteries: a comparison of surgical and endovascular therapy*. J Vasc Surg, 2006. **44**(4): p. 718-24.

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aneurysmaformen

Abbildung 2: Äste der Aorta abdominalis

Abbildung 3: Lokalisation der Viszeralarterienaneurysmen

Abbildung 4: Lokalisation der Viszeralarterienaneurysmen, unterteilt in elektiv und Notfall

Abbildung 5: Ätiologie

Abbildung 6: Ätiologie, unterteilt in elektiv und Notfall

Abbildung 7: Ätiologie, unterteilt nach therapeutischem Verfahren

Abbildung 8: Therapeutische Möglichkeiten

Abbildung 9: Erfolglose Behandlungen

Abbildung 10+11: Clavien-Dindo Klassifikation

Abbildung 12: Reintervention/Reoperation

Abbildung 13: Hospitalisationsdauer

Abbildung 14: Charlson-Komorbiditätsindex

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Clavien-Dindo Klassifikation

Tabelle 2: Charlson-Komorbiditätsindex

Tabelle 3: Patientendaten

10 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. Markus Rentsch für die Möglichkeit, die Doktorarbeit an der Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Transplantationschirurgie durchführen zu können.

Gleichermaßen danke ich Herrn Dr. med. Maximilian Lerchenberger. Beide haben mich während Datenerhebung und –auswertung und beim späteren Niederschreiben der Studienergebnisse mit ihrer Fachkompetenz kontinuierlich begleitet und standen mit konstruktiven Ratschlägen beim Verfassen der Arbeit zur Verfügung.

Von großer Bedeutung für die Fertigstellung der Arbeit waren die Anregungen und aufmunternden Diskussionen mit Prof. Dr. med. Carl-Ludwig Schönfeld.

Außerdem bin ich meinem Vater für die wertvollen Ratschläge bei den Korrekturarbeiten dankbar, sowie meiner Familie und meinen Freunden, die mich während der gesamten Zeit unterstützt und motiviert haben.

11 Eidesstattliche Versicherung

Ich, Miriam Jell, erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema

„Management und Outcome bei Patienten mit Viszeralarterienaneurysmen“

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

München, 14.02.2023

Ort, Datum

Miriam Jell

Unterschrift Doktorandin/Doktorand