

Klinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie
Evangelisches Klinikum Köln Weyertal
der Universität zu Köln
Chefärztin: Privatdozentin Dr. med. Claudia Rudroff

Frühe und späte Morbidität nach Leistenhernienoperation bei kardiovaskulär vorerkrankten Patienten

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Universität zu Köln

vorgelegt von
Kamran Hajili
aus Baku Aserbaidshan

promoviert am 30. Oktober 2024

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln
2024

Dekan: Universitätsprofessor Dr. med. G. R. Fink

1. Gutachterin: Privatdozentin Dr. med. C. Rudroff
2. Gutachter: Professor Dr. med. Dipl. Inf. F. Popp

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Dissertationsschrift ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskriptes habe ich keine Unterstützungsleistungen erhalten.

Weitere Personen waren an der Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe einer Promotionsberaterin/eines Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Der dieser Arbeit zugrunde liegenden Datensatz wurde von mir anhand der Auswertung über die im System der Klinik und im digitalen Archiv gesammelten Patient:innenakten, erarbeitet. Hierzu erfolgte die retrospektive Datenerhebung von schlussendlich 474 einbezogenen Patient:innen sowie das systematische Sortieren mittels einer Excel Tabelle.

Die Auswertung und statistische Datenanalyse erfolgte mit IBM SPSS Statistics (Version 27.0, IBM SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Das Erstellen von Grafiken und Tabellen wurde mithilfe von Word und IBM SPSS Statistics vorgeführt. Das Paper wurde eigenständig von mir verfasst und in Zusammenarbeit mit den Koautoren (PD Dr. Claudia Rudroff, Herr Alberto Vega Hernandez, Herr Jakob Otten und Frau Dana Richards) überarbeitet und optimiert.

Erklärung zur guten wissenschaftlichen Praxis:

Ich erkläre hiermit, dass ich die Ordnung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und zum Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten (Amtliche Mitteilung der Universität zu Köln AM 132/2020) der Universität zu Köln gelesen habe und verpflichte mich hiermit, die dort genannten Vorgaben bei allen wissenschaftlichen Tätigkeiten zu beachten und umzusetzen.

Köln, den 01.02.2024

: 
:

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meiner Betreuerin und Doktormutter, Frau PD Dr. Claudia Rudroff, für ihre stetige Verfügbarkeit, herzliche Unterstützung bei der Fertigstellung der Publikation und schlussendlich der Dissertationsschrift. Ihre konstruktiven Kritiken und Beiträge waren entscheidend für die Optimierung und Vollendung meiner Arbeit.

Für ihre liebevolle mentale Unterstützung möchte ich ebenso meiner Familie danken.

*In Dankbarkeit gewidmet meinem
Vater Assoc. Prof. Aslan Hajiyev,
meiner Mutter Yegana Hajiyeva
und meinem Bruder Toghrul Hajili*

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	7
2	EINLEITUNG	8
2.1	LEISTENHERNIEN	8
2.1.1	Ätiologie und Pathophysiologie.....	8
2.1.2	Epidemiologie	11
2.1.3	Symptomatik und Diagnostik	11
2.1.4	Therapie.....	13
2.1.4.1	Historische Entwicklung.....	13
2.1.4.2	Operation nach Lichtenstein.....	14
2.1.4.3	Transabdominale präperitoneale Hernienreparation (TAPP).....	15
2.2	POTENZIELLE KARDIOVASKULÄRE RISIKOFAKTOREN FÜR NICHT-KARDIALE CHIRURGIE .	16
2.2.1	Einführung	16
2.2.2	Koronare Herzkrankheit (KHK).....	17
2.2.3	Myokardinfarkt	19
2.2.4	Herzinsuffizienz	20
2.2.5	Vorhofflimmern	21
2.2.6	Arterielle Hypertonie	22
2.2.7	Schlaganfall	23
2.3	STEUERUNG DER ANTIKOAGULATION BEI INVASIVEN ODER OPERATIVEN INTERVENTIONEN	23
2.4	SCORES ZUR PERIOPERATIVEN RISIKOBEWERTUNG	24
2.5	PROBLEMBESCHREIBUNG UND ZIELE DER ARBEIT	25
3	PUBLIKATION	26
4	DISKUSSION	42
4.1	ZUSAMMENFASSUNG UND BEWERTUNG DER ERGEBNISSE	42
4.2	DISKUSSION DER ERGEBNISSE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER VORHANDENEN EVIDENZ	44
4.3	STÄRKEN UND LIMITATIONEN DER STUDIE.....	48
4.4	SCHLUSSFOLGERUNGEN	49
5	LITERATURVERZEICHNIS	51
6	ANHANG	60
6.1	TABELLENVERZEICHNIS.....	60
7	VORABVERÖFFENTLICHUNGEN VON ERGEBNISSEN	61

Abkürzungsverzeichnis

ACE *Angiotensin-Converting-Enzyme*

AF *Vorhofflimmern*

ARBs *Angiotensin-II-Rezeptorblocker*

ASA *American Society of Anesthesiologists*

ASS *Acetylsalicylsäure*

CDC *Clavien-Dindo Klassifikation*

CT *Computertomografie*

EHS *European Hernia Society*

EKG *Elektrokardiogramm*

KHK *Koronare Herzkrankheit*

LVEF *Linksventrikuläre Auswurfraction*

MI *Myokardinfarkt*

MMPs *Matrix-Metalloproteinasen*

MRT *Magnetresonanztomografie*

NSAR *Nicht-steroidale Antirheumatika*

NSQIP *National-Surgical-Quality-Improvement-Program*

OAK *Orale Antikoagulation*

PCI *Perkutane koronare Interventionen*

RCRI *Revised Cardiac Risk Index*

TAPP *Transabdominale präperitoneale
Reparation*

VAS *Visuelle Analogskala*

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Leistenhernienreparation zählt zu den am häufigsten durchgeführten chirurgischen Eingriffen weltweit. Besonders Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen sind bei chirurgischen Eingriffen einem erheblichen Morbiditätsrisiko ausgesetzt. Dies ist zum Teil auf ihren Bedarf an Antikoagulantien zurückzuführen. Unsere Studie, die sich auf die Leistenhernienreparation bei Patienten mit und ohne kardiovaskuläre Erkrankungen konzentriert, stellt einen wichtigen Beitrag zur chirurgischen Praxis dar. Zwischen Dezember 2015 und Februar 2020 wurden 474 Patienten, die sich einer elektiven Operation wegen ein- oder beidseitiger Leistenhernie unterzogen, in die Studie aufgenommen und in zwei Gruppen unterteilt: die CVD- und die NO-Gruppe. Die Auswertung der postoperativen Morbidität in Bezug auf die angewandte chirurgische Technik lieferte aufschlussreiche Ergebnisse. Die Lichtenstein-Technik wurde bei 223 Patienten (47 %) und das TAPP-Verfahren bei 251 Patienten (53 %) angewendet. In der CVD-Gruppe war das Lichtenstein-Verfahren mit 68,9 % (102 Patienten) häufiger, während in der NO-Gruppe das TAPP-Verfahren mit 62,9 % (205 Patienten) überwog. Die Analyse zeigt, dass 8,8 % der Patienten in der CVD-Gruppe und 3,7 % in der NO-Gruppe postoperative Hämatome entwickelten, wobei die Behandlung mit Cumarin innerhalb der CVD-Gruppe als Risikofaktor identifiziert wurde. Interessanterweise erhöhte der laparoskopische Ansatz das Morbiditätsrisiko nicht. Zusammenfassend bestätigt die Studie, dass CVD ein bekannter Risikofaktor für perioperative Morbidität in der allgemeinen Chirurgie ist. Jedoch erhöht das TAPP-Verfahren das individuelle perioperative Risiko nicht, was für die Sicherheit des laparoskopischen Ansatzes bei Patienten mit CVD spricht. Diese Erkenntnisse sind bedeutsam für die Wahl des chirurgischen Verfahrens bei dieser Patientengruppe. Um die Sicherheit und Machbarkeit dieser Eingriffe bei Risikopatienten zu bestätigen, ist die Durchführung einer prospektiven, randomisierten, multizentrischen Studie erforderlich, die sowohl Patienten mit als auch solche ohne kardiovaskuläres Risikoprofil einschließt. Eine derartige Studie würde nicht nur die Erkenntnisse unserer Untersuchung validieren, sondern auch dazu beitragen, die chirurgische Versorgung von Patienten mit kardiovaskulären Vorerkrankungen weiter zu verbessern und zu personalisieren.

2 EINLEITUNG

2.1 Leistenhernien

2.1.1 Ätiologie und Pathophysiologie

Der Leistenkanal nimmt seinen Anfang am tiefen Leistenring, auch als innerer Leistenring (Anulus inguinalis profundus) bekannt, erstreckt sich bis zum äußeren Leistenring (Anulus inguinalis superficialis) und beinhaltet bei Männern den Samenstrang (Funiculus spermaticus) und bei Frauen das runde Gebärmutterband (Ligamentum teres uteri) ¹. Die Integrität der Bauchwand hängt von der anatomischen Lage und dem Verlauf des Leistenkanals, der Fascia transversalis und der schließmuskelartigen Funktion des inneren Leistenrings ab.

Leistenbrüche können je nach der Beziehung des Bruchsacks zur Arteria epigastrica inferior als direkt (15 %; immer erworben) oder indirekt (70 %; erworben oder angeboren; offener Processus vaginalis peritonei) klassifiziert werden ².

Bei direkten Leistenhernien tritt der Bruchsack medial der Arteria epigastrica inferior (im Bereich des Trigonum Hesselbachii) durch die Bauchwand aus. Sie werden folglich auch mediale Leistenhernien genannt. Bei indirekten Leistenhernien tritt der Bruchsack durch den inneren Leistenring seitlich der Arteria epigastrica inferior in den Leistenkanal ein. Diese werden auch als laterale Hernien bezeichnet.

Eine Unterkategorie der indirekten Hernie ist die Gleithernie, bei welcher der mit dem Peritoneum verwachsene Dickdarm durch den inneren Leistenring austritt. Die Klassifizierung in direkt und indirekt wird hauptsächlich von Anatomen verwendet und ist klinisch nicht sehr aussagekräftig.

Bei Kindern treten Leistenhernien fast ausschließlich lateral auf, während bei erwachsenen Frauen und Männern beide Subtypen vorkommen ³. Laterale Hernien sind insgesamt häufiger, aber mediale Hernien haben ein höheres Rezidivrisiko ^{4,5}.

Die Nyhus-Klassifikation ⁶ und die Klassifikation der European Hernia Society (EHS) ⁷ sind klinisch nützlicher. Die Nyhus-Klassifikation ist in Tabelle 1 dargestellt.

Nyhus-Klassifikation	Beschreibung
Typ 1	Indirekte Leistenhernie mit normalem innerem Leistenring (angeboren, wie bei Säuglingen und Kindern)
Typ 2	Indirekte Leistenhernie mit erweitertem innerem Leistenring, aber normaler Hinterwand des Leistenkanals (meist bei Kindern und jungen Erwachsenen)
Typ 3	Defekte der Hinterwand des Leistenkanals
3A	Direkte Leistenhernie
3B	Indirekte Leistenhernie mit vergrößertem innerem Leistenring, der mit einer Schwäche der Hinterwand des Leistenkanals (oder Defekt der Fascia transversalis) einhergeht oder durch diese verursacht wird. Umfasst auch die Gleithernie. Hernien vom Typ 3B sind erworben, nicht angeboren.
3C	Schenkelhernie/Femoralhernie
Typ 4	Rezidivierende Leistenhernie:
4A	Direkte Hernie
4B	Indirekte Hernie
4C	Femoralhernie
4D	Kombination aus 4A, 4B und 4C.

Tabelle 1: Nyhus-Klassifikation ⁶.

Die EHS-Klassifikation unterscheidet die folgenden drei Faktoren ⁷:

- Art der Hernie: primär oder rezidivierend
- Anatomische Lage der Hernie: lateral, medial oder femoral und
- Größe der Bruchpforte: < 1,5 cm (ein Finger – EHS I), 1,5 cm bis 3 cm (zwei Finger – EHS II), oder > 3 cm (mehr als zwei Finger – EHS III).

Weiterhin werden Leistenhernien in reponibel oder nicht reponibel bzw. inkarziert unterteilt. Bei der inkarzierten Hernie, bei welcher die Blutversorgung des Bruchinhalts beeinträchtigt ist, besteht, wird die Inkarzeration nicht behoben, das Risiko einer Gangrän und bei Darminhalt der Perforation des betroffenen Darmabschnitts. Eine inkarzierte Hernie kann auch Omentum oder andere Organe bzw. Organanteile, wie z. B. die Harnblase, enthalten.

Ätiologisch entsteht eine Leistenhernie durch einen Defekt in der Struktur des Leistenkanals, der entweder angeboren oder erworben sein kann. Angeborene Formen der indirekten Hernie

entstehen, weil sich der Processus vaginalis nicht zurückbildet. Erworbene Defekte entstehen durch Degeneration und pathologische Veränderungen in den Begrenzungen des Leistenkanals. Die fortschreitende Degeneration führt beispielsweise zu einer Schwäche, die sich in einer Dilatation des inneren Leistenrings (einer Öffnung in der Fascia transversalis) und/oder einer direkten Schwäche der Hinterwand des Leistenkanals äußert ².

Adipositas, höheres Alter, langfristige Einnahme von Kortikosteroiden, Diabetes mellitus, Bindegewebserkrankungen, Rauchen, chronische Systemerkrankungen wie Malignität oder chronisch obstruktive Lungenerkrankung, Notoperationen, postoperative Sepsis und eine vorangegangene radikale Prostatektomie stellen ein erworbenes Risiko für einen Leistenbruch dar ⁸ und sind die häufigsten ätiologischen Faktoren für Hernien ^{9,10}.

Die offene radikale Prostatektomie weist die höchste Inzidenz von Leistenbrüchen auf, wobei laparoskopische und robotergestützte radikale Prostatektomien eine Reduzierung dieses Risikos erzielen konnten ¹¹. Zudem besteht auch eine familiäre oder erbliche Veranlagung für die Entwicklung einer Leistenhernie (Burcharth et al., 2013).

Pathophysiologische Studien zeigen, dass die Komponenten der extrazellulären Matrix, insbesondere die Matrix-Metalloproteinasen (MMPs) und ihre Inhibitoren eine wesentliche Rolle in der Ätiologie von Hernien haben. Bei vielen Patienten mit Leistenbrüchen ist auch ein gestörter Kollagenstoffwechsel nachzuweisen ¹³. Friedman et al. wiesen eine erhöhte Synthese von Typ-3-Kollagen und eine verminderte Synthese von Typ-1-Kollagen bei Patienten mit Leistenhernie nach ¹⁴. Später bestätigten verschiedene Studien, dass die extrazelluläre Matrix bei den betroffenen Patienten hauptsächlich aus Typ-3-Kollagen besteht ¹⁵.

Weiterhin führten Nikolov und Beltshev elektronenmikroskopische Studien durch und zeigten eine Desorganisation der Struktur der Kollagenmikrofibrillen, deren dysplastische Neubildung, Kollagenophagie sowie intra- und extrazelluläre Kollagenolyse bei Patienten mit direkter Leistenhernie ¹⁶. Diese Studien belegen, dass Veränderungen der extrazellulären Matrix eine Rolle in der Pathophysiologie der Leistenhernie spielen können.

Auch kongenitale Bindegewebserkrankungen wie das Marfan-Syndrom und das Ehlers-Danlos-Syndrom können die Entstehung eines Leistenbruchs begünstigen ¹⁷. Ein Leistenbruch ist auch bei Patienten mit erworbenen Bindegewebsanomalien wahrscheinlicher, z. B. bei Lathyrismus, einer neurotoxischen Krankheit, die durch den Verzehr bestimmter Formen von Hülsenfrüchten verursacht wird) ¹³.

2.1.2 Epidemiologie

Die chirurgische Korrektur einer Leistenhernie gilt mit einer Rate von etwa 200 Fällen pro 100.000 Einwohner jährlich in den entwickelten Ländern als die am meisten durchgeführte Operation in der Allgemein Chirurgie¹⁸. Weltweit werden pro Jahr mehr als 20 Millionen Patienten an Leistenbrüchen operiert¹⁹. Allein in Deutschland wurden im Jahr 2016 170.000 stationäre Leistenbruchoperationen durchgeführt¹⁹. Damit gehört die Leistenhernienoperation zu den 20 häufigsten chirurgischen Eingriffen, die in deutschen Krankenhäusern durchgeführt werden¹⁹. Die Wahrscheinlichkeit, im Laufe des Lebens eine Leistenhernie zu entwickeln, liegt für Frauen bei 3 % und für Männer bei 27 %²⁰.

Die Prävalenz unterscheidet sich auch im Hinblick auf die ethnische Zugehörigkeit. So treten Leistenhernien häufiger bei Kaukasiern als bei Nichtkaukasiern auf²¹.

Leistenbrüche sind in allen Altersgruppen anzutreffen, die Häufigkeit aber nimmt mit zunehmendem Alter zu³. In Bezug auf das Geschlecht manifestiert sich die Leistenhernie bei Frauen in einem späteren Alter, wobei der Altersgipfel bei der Präsentation bei einem mittleren Alter von 60 bis 79 Jahren liegt. Bei Männern liegt der Altersgipfel zehn Jahre früher²².

Rechts ist die Leistenhernie häufiger als links, wobei das Verhältnis ca. 2:1 beträgt, möglicherweise aufgrund des späteren Abstiegs des rechten Hodens und des damit verbundenen offenen Processus vaginalis. Auch eine appendektomiebedingte Vernarbung wird als weiterer Grund für das häufigere Auftreten auf der rechten Seite vermutet^{23,24}. Leistenhernien treten bei bis zu 20 % der betroffenen Erwachsenen beidseitig auf²⁵.

Die Prävalenz von Hernien ist signifikant höher bei Vorhandensein von Varizen, bei Männern mit Prostatahypertrophie, bei Vorhandensein von Hämorrhoiden und bei sehr schlanken Männern²⁶. Laut Abramson scheinen Hernien bei Adipositas geringer zu sein, woraufhin einige Autoren die Adipositas als schützenden Faktor identifizierten^{21,26,27}. Andere Studien dagegen sehen in der Adipositas einen Risikofaktor²⁸.

2.1.3 Symptomatik und Diagnostik

Die sichtbare Ausbuchtung im Leistenbereich ist ein eindeutiges klinisches Zeichen für eine Hernie. Die klinische Diagnostik, die nach der Inspektion durchgeführt wird, umfasst das Abtasten der Leistengegend des Patienten sowohl im Stehen als auch im Liegen, einschließlich einer digitalen Prüfung des Leistenkanals²⁹. Eine Differenzierung zwischen Skrotalhernie und der Hydrozele, die begleitend auftreten kann, wird durch Palpation sowie, falls notwendig, mithilfe der Diaphanoskopie vorgenommen.

Weitere Verfahren können die Diagnostik insbesondere bei okkulten Hernien und persistierenden Beschwerden ergänzen. Der Ultraschall ist eine einfache und mitunter hilfreiche bildgebende Untersuchung³⁰, mit der auch mögliche tumoröse Nebenbefunde weiter abgeklärt werden könnten, auch wenn keine Beschwerden vorliegen. Die Ultraschalluntersuchung erwies sich in einer Meta-Analyse als diagnostisch hilfreich (Sensitivität: 96,6 %; Spezifität: 84,8 %; positiver prädiktiver Wert: 92,6 %;³¹. Eine Studie an Patienten mit einer klinisch nicht palpablen Hernie zeigte, dass Bildgebungstechniken wie die Magnetresonanztomografie (MRT), die Sonografie und die Computertomografie (CT) im Diagnoseprozess zu den präzisesten Methodiken in Bezug auf die diagnostische Genauigkeit (Sensitivität, Spezifität) zählen³². Eine weitere systematische Übersichtsarbeit beschreibt die Herniografie als ebenfalls sensitive diagnostische Methode³³. Im Vergleich zeigt die dynamische Sonografie Vorteile in Bezug auf den klinischen Aufwand, die diagnostische Effektivität und die Verfügbarkeit¹⁸. Nichtsdestotrotz ist bei eindeutiger Klinik in der klinischen Praxis keine weitere Diagnostik notwendig.

In einer Arbeit von Pérez Lara et al. wurde ein standardisierter Fragebogen eingesetzt, um klinische Symptome bei Patienten mit nachgewiesener Leistenhernie und einer zufällig ausgewählten Kontrollgruppe zu bewerten³⁴. 69 % der Gruppe mit nachgewiesener Leistenhernie berichteten von Beschwerden durch die Hernie; 66 % berichteten von einer Symptomatik im Bereich der Leistengegend und die Hälfte der Patienten von einer erhöhten Darmperistaltik, unabhängig davon, ob die Hernien bilateral, rechts- oder linksseitig waren. Die Patienten berichteten deutlich öfter über Schmerzen beim Wasserlassen, im Bereich der Leistengegend und im Genitalbereich und klagten häufiger über erhöhte Darmbewegungen und Tenesmen. Die letzten beiden genannten Symptome waren hauptsächlich bei Hernien auf der linken Seite zu beobachten, während Probleme mit den Harnwegen hauptsächlich bei rechtsseitigen Hernien auftraten. Lediglich 7 % der Befragten gaben keine Symptomatik an. Eine weitere Umfrage aus dem gleichen Jahr, die sich mit der Sexualfunktion bei Leistenhernien befasste, zeigt, dass 23 % der untersuchten 160 Männer mit Leistenhernien Schmerzen während des Geschlechtsverkehrs hatten. 17 % gaben an, dass ihr Sexualleben mäßig bis stark beeinträchtigt war³⁵.

Die Operation ging nicht mit einer Reduzierung der Symptome in Bezug auf die Sexualfunktion einher. Patienten mit präoperativer Symptomatik zeigten im Vergleich mit der Kohorte ohne Symptomatik eine statistisch signifikant erhöhte Wahrscheinlichkeit, noch postoperativ weitere Symptome zu haben. Das Vorhandensein einer Schmerzsymptomatik vor dem chirurgischen Eingriff und das Auftreten von frühpostoperativen Schmerzen stellten signifikante Risikofaktoren für chronische postoperative Beschwerden dar³⁶.

2.1.4 Therapie

2.1.4.1 Historische Entwicklung

Die Chirurgie der Leistenhernie blickt auf eine interessante anatomische und operative Geschichte zurück. Im 16. Jahrhundert nutzten Pierre Franco und Ambroise Paré konservative Behandlungen mit einem Bruchband ³⁷. Im 18. Jahrhundert wurden die spezifischen anatomischen Strukturen im Leistenkanal beschrieben und die erste erfolgreiche transabdominale Reparatur wurde von Demetrius Cantemir (1673–1723) im Jahr 1716 durchgeführt ³⁷. Lorenz Heister berichtete erstmals im Jahr 1719 über eine erfolgreiche Darmresektion mittels Laparotomie bei einer inkarzerierten Hernie ³⁸.

Henry O. Marcy (1837–1924) beschrieb eine Rekonstruktionstechnik im Jahr 1871, mit der er die Integrität des inneren Leistenrings wieder herstellte ³⁹. Bassini beschrieb 1887 eine sichere und effektive Operationsmethode ⁴⁰. Diese stellte die erste Anwendung der Hochnaht des Herniensacks und den Verschluss des inneren Leistenrings dar. Chester Bidwell McVay (1911–1987) verwendete erstmals das Cooper-Ligament für die Reparatur einer Schenkelhernie im Jahr 1939 ⁴¹. Die vollständig extraperitoneale Herangehensweise wurde zum ersten Mal 1920 von George Lenthal Cheatle (1865–1951) für sowohl Leisten- als auch Femoralhernien ausgeführt ⁴². Edward Earle Shouldice (1890–1965) führte 1953 eine mehrschichtige Reparatur der hinteren Leistenwand zur Behandlung von Hernien ein ⁴³. Francis Usher führte 1958 ein monofiles Polypropylen-Mesh ein, dessen Einsatz durch Arthur I Gilbert mit einer nahtlosen Technik verbessert wurde (Usher and Wallace 1958; Gilbert 1992). Jean Rives platzierte 1965 erstmals ein Netz in den präperitonealen Raum über einen leistenbandparallelen Schnitt. René Stoppa verwendete 1969 eine große Dacron-Prothese zur Verstärkung der Fascia transversalis über einen medialen Zugang ^{38,46}.

1986 setzte Irving L. Lichtenstein ein Kunststoffnetz, hergestellt aus Polypropylen, zum Verschluss eines Femoralherniendefektes ein ³⁸. Diese Technik revolutionierte die Hernienchirurgie und führte zur Einführung der spannungsfreien Hernioplastik ⁴⁷. Diese Methode reduzierte die Rezidiv- und Infektionsraten auf etwa 1 % ^{48,49}. Seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wird gemäß dem spannungsfreien Konzept der Leistenhernienreparatur routinemäßig ein Netz verwendet (Technik nach Lichtenstein) ³⁸.

Laparoskopie und Endoskopie erweiterten die therapeutischen Methoden/Prinzipien für Hernienoperationen. Die laparoskopische transabdominale präperitoneale (TAPP-)Reparatur basiert auf dem Prinzip des transperitonealen Zugangs bei Leistenhernien, wie die schon von Lawson Tait (1845-1899) im Jahr 1891 veröffentlichte Technik ³⁸. Fletcher setzte 1979

erstmalig ein Laparoskop zur Reparatur einer Leistenhernie ein ⁵⁰ und in der Folge erfolgten Einzelberichte verschiedener TAPP-Reparationsstechniken ^{51–53}. Die Weiterentwicklung der TAPP-Reparationsstechniken nahmen ihren Anfang mit Ralph Ger, der 1982 eine Methode zum Verschluss des Bruchsackhalses mittels Laparoskopie vorstellte (Ger 1982). Diese Arbeit ebnete den Weg für weitere Innovationen in der Hernienchirurgie.

Im Jahr 1990 führte Leonard Schultz den Einsatz eines Polypropylen-Netzes durch ein Laparoskop in den Operationsprozess ein, das in das Defektgebiet eingebracht wurde, um den Raum zu verschließen. Schultz' Methode ermöglichte eine rasche Wiederaufnahme der Aktivität mit minimalen Schmerzen und lieferte erfolgreiche Ergebnisse (Schultz et al. 1990). Maurice E. Arregui baute auf diesen Fortschritten auf und führte 1992 und 1993 verschiedene Arten von laparoskopischen Reparationen durch. Arreguis Arbeiten zeigen, dass die laparoskopische Leistenhernienreparatur eine sichere und wirksame Methode darstellt, insbesondere wenn ein großes Netz zur Verstärkung verwendet wird (Arregui et al. 1993). Jean Louis Dulucq beschrieb im Jahr 1991 erstmalig eine Netzimplantation im präperitonealen Raum ⁵⁴.

Chirurgen können heute zwischen verschiedenen Zugängen (z. B. offen vs. laparoskopisch und anterior vs. posterior/präperitoneal) und Ebenen, in welchen das Netz platziert wird, sowie einer Bandbreite von Fixierungsmethoden (z. B. Naht, Klammern, Klebung oder Widerhaken am Netz selbst) und Netzen (z. B. grobporige, beschichtete, flächige vs. dreidimensionale) wählen ⁵⁵.

2.1.4.2 Operation nach Lichtenstein

Bei netzfreien Reparaturmethoden werden die Ränder der Hernie vernäht, um den Defekt zu schließen. Leider wird durch einfaches Nähen oft die Spannung wiederhergestellt, durch welche der Bruch entstanden war, was zu Schmerzen und in zu 5–30 % der Fälle zu einem Rezidiv führt ⁴⁹.

Die ‚spannungsfreie‘ Netztechnik wurde 1984 vom Lichtenstein Hernia Institute eingeführt und galt lange Zeit als der Goldstandard der Hernienreparatur ⁵⁶. Bei diesem Verfahren wird die Bruchöffnung mit einem Netz überlappend abgedeckt, anstatt den Rand des Defektes zusammenzunähen. Das chirurgische Netz dient als Brücke oder Gerüst für das Einwachsen von neuem Gewebe zur Verstärkung der Bauchwand. Im Laufe der Zeit wird das Netz sicher in die Muskelschicht integriert, wodurch eine dauerhafte Festigkeit/Stabilität entsteht ⁵⁷. Bei der Standard-Lichtenstein-Reparatur wird dieses Netz zwischen den Schichten der Bauchwand, speziell zwischen der äußeren schrägen, den inneren schrägen und den

transversalen Muskeln platziert. Das von der Lichtenstein Amid Hernia Clinic verwendete Netz ist dünn, flexibel und leicht, wodurch das Risiko von Schmerzen und das Fremdkörpergefühl verringert werden. Innerhalb von nur zwei bis drei Wochen wächst das Gewebe des Patienten in das Netz ein ⁵⁷.

Die Durchführung der Lichtenstein-Operation unter lokaler Anästhesie und auf ambulanter Basis wird zwar international durchgeführt, allerdings variiert das Vorgehen in den verschiedenen Kliniken und Ländern aufgrund unterschiedlicher medizinischer Standards und Patientenbedürfnisse. So wird beispielsweise in Deutschland eine Vollnarkose bevorzugt und der Patient häufig stationär nachbeobachtet, der Anteil ambulanter Operationen liegt bei etwa 20 % im Gegensatz zu den USA mit über 80 % ⁵⁸.

2.1.4.3 Transabdominale präperitoneale Hernienreparation (TAPP)

Die TAPP-Leistenhernienreparation ist eine minimalinvasive Methode zur Behandlung von Leistenhernien ⁵⁹. Diese Technik unterscheidet sich von der Lichtenstein-Methode insbesondere durch die laparoskopische Herangehensweise.

Bei der TAPP-Methode wird ein kleiner Zugang am Rand des Bauchnabels geschaffen und CO₂-Gas in die Bauchhöhle eingeführt, um den Arbeitsraum zu erweitern. Über diesen und zwei weitere kleine Zugänge werden das Laparoskop, die Kamera zur Visualisierung des Operationsfeldes sowie die notwendigen chirurgischen Instrumente eingeführt. Der Chirurg schneidet das Peritoneum ein und hebt es an, um die Hernie von innen zu reparieren, nachdem der Bruchsack aus der Bruchpforte gelöst wurde. Das chirurgische Netz, wie bei der Lichtenstein-Methode in der Regel aus Polypropylen, wird zur Verstärkung des Bauchwanddefektes verwendet. Dieses wird jedoch hinter die Bauchwandmuskeln platziert, um eine robuste Barriere zwischen der Bauchhöhle und dem Defekt zu bilden. Sobald das Netz platziert ist, wird die Öffnung im Peritoneum mit einer Naht verschlossen, um Verwachsungen vorzubeugen ⁶⁰.

Die TAPP-Reparation hat im Vergleich zur offenen Chirurgie eine längere Lernkurve, bietet jedoch in der Theorie durch den minimal-invasiven Zugangsweg einige Vorteile. Dazu gehören weniger postoperative Schmerzen, ein geringeres Risiko für Infektionen und eine schnellere Genesung, die es den Patienten ermöglicht, rascher zu den normalen Aktivitäten zurückzukehren ⁶¹. Allerdings ist anzumerken, dass bei komplexen und großflächigen Hernien die offene Chirurgie nach Lichtenstein immer noch eine wichtige Rolle spielt.

Zahlreiche Studien verglichen die TAPP mit der Lichtenstein-OP in Bezug auf verschiedenste Outcomes. Eine Reihe von Studien, beispielsweise von Grant, Memon und Schmedt zeigen, dass die Operationszeit in der Lichtenstein-Gruppe im Vergleich zur TAPP-Gruppe kürzer ist⁶²⁻⁶⁴. Einige Unterschiede in der Operationszeit können auf Faktoren wie die Anzahl der Studienteilnehmer oder individuelle Besonderheiten der Chirurgen zurückgeführt werden. Die laparoskopische Methode ist technisch anspruchsvoller und mitunter werden zusätzliche Schritte wie die Adhäsiolyse mit durchgeführt, was die längere OP-Zeit bei dem TAPP-Verfahren zum Teil erklären kann.

Neben Alter und Hernienrezidiv⁶⁵, wurden präoperative und frühe postoperative Schmerzen als Risikofaktoren für chronische Schmerzen nach Hernienreparation identifiziert^{36,66,67}. Die laparoskopische Methode verringert das Risiko chronischer Schmerzen, was durch eine große prospektive Studie gezeigt werden konnte. Das Auftreten von chronischen Schmerzen nach der Hernioplastik bei TAPP (8,1 %) im Vergleich zur Lichtenstein-Reparation (16 %) war signifikant niedriger⁶⁷. In Bezug auf die berichteten Daten und den Vergleich der visuellen Analogskala (VAS) waren auch in anderen Studien die Schmerzbewertungen innerhalb von zwölf Stunden nach der Operation für das TAPP-Verfahren günstiger⁶⁸⁻⁷⁰. Den meisten Studien fehlt jedoch die Bewertung des Schmerzes sowohl in der präoperativen als auch in der postoperativen Phase.

Bei der Betrachtung der Komplikationen (darunter Hämatome, Serome, Infektionen) konnten in Meta-Analysen keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden^{62-64,71}. Es ist erwähnenswert, dass TAPP methodenspezifisch mit ernsthaften intraoperativen Komplikationen, wie intraabdominellen viszeralen oder vaskulären Verletzungen, einhergehen kann. Diese betreffen jedoch weniger als 1 % der Patienten⁷².

In den meisten Studien kehrten Patienten nach der TAPP-Reparation früher zur Arbeit zurück (im Durchschnitt 3,46 Tage über alle Studien hinweg;⁷¹ als nach der Lichtenstein-Operation. Jedoch waren die Unterschiede meist nicht statistisch signifikant^{69,71,73-75}. Die Rezidivrate zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen TAPP und Lichtenstein-Operationen⁷¹, allerdings ist es wichtig, zu erwähnen, dass die Rezidivrate – insbesondere bei endoskopischen Reparationen – von der Erfahrung des Chirurgen abhängt^{62,76-78}.

2.2 Potenzielle kardiovaskuläre Risikofaktoren für nicht-kardiale Chirurgie

2.2.1 Einführung

Perioperative kardiovaskuläre Risikofaktoren sind eine bedeutende Ursache für Morbidität und Mortalität bei 300 Millionen Patienten weltweit, die sich jedes Jahr einer nicht kardialen

Operation unterziehen ⁷⁹. Die Prävalenz kardiovaskulärer Risikofaktoren bei Patienten, die sich einer nicht kardialen Operation unterziehen, nahm in den letzten Jahren um 7,7 % zu ⁸⁰. Schwere kardiovaskuläre und zerebrovaskuläre Komplikationen, einschließlich Myokardinfarkt und Schlaganfall, die mitunter zum Tod führen können, treten bei etwa einem von 33 (3 %) Krankenhausaufenthalten für nicht kardiale Operationen auf ⁸¹.

Patienten mit dem höchsten perioperativen kardiovaskulären Risiko werden routinemäßig mit klinischen Risikovorhersagemodellen wie dem international populären Revised Cardiac Risk Index (RCRI) eingestuft (Goldman et al., 1977; Gupta et al., 2011; Lee et al., 1999). Die am häufigsten verwendeten Risikoindizes für die präoperative Bewertung sind der RCRI und die beiden National-Surgical-Quality-Improvement-Program- (NSQIP-)Risikorechner ^{83–85}.

Die Bestimmung der funktionellen Kapazität ist ein weiterer wichtiger Schritt bei der kardialen Risikobewertung ⁸⁶. Der RCRI und die anderen Modelle berücksichtigen kardiovaskuläre Risikofaktoren, das Vorliegen einer kardiovaskulären Erkrankung und verfahrensspezifische Risiken, um Risikopatienten zu identifizieren. Leider stützten sich die modernen Risikoscores, wie beispielsweise der RCRI, häufig auf die Ergebnisse von Labortests, die zum Zeitpunkt der ersten klinischen Untersuchung noch nicht vorliegen, oder sie sind komplex und lassen sich am Krankenbett nicht einfach berechnen ^{84,85,87,88}. Außerdem wurde die Auswirkung traditioneller kardiovaskulärer Risikofaktoren, beispielsweise durchlittener Myokardinfarkt und Angina pectoris, auf ungünstige Ergebnisse nach nicht kardialen Eingriffen bisher unzureichend untersucht ^{89,90}.

2.2.2 Koronare Herzkrankheit (KHK)

Patienten mit einer koronaren Herzkrankheit (KHK), insbesondere solche mit einer Vorgeschichte perkutaner koronarer Interventionen (PCI), haben ein höheres Risiko für perioperative unerwünschte kardiale Ereignisse ^{91,92}. Die Risikobewertung hängt von der Interaktion zwischen patientenbezogenen Faktoren, wie klinischen und Begleiterkrankungen, sowie operationsspezifischen Merkmalen, wie Dringlichkeit, Art, Invasivität und Dauer des Eingriffs, ab ⁹³.

Patienten mit einer klinischen Präsentation, die auf Myokardischämie oder akutes Koronarsyndrom hindeutet, sollten vor der Operation von einem Kardiologen untersucht werden. Das Vorhandensein eines Basis-Elektrokardiogramms (-EKG) ist besonders nützlich, wenn postoperative EKG-Befunde abnormal sind. Die pathophysiologischen Mechanismen der Myokardischämie während nicht kardialer Chirurgie hängen zum einen mit einem Ungleichgewicht zwischen Sauerstoffversorgung und -bedarf vor dem Hintergrund einer bestehenden flusslimitierenden koronaren Stenose und zum anderen mit dem Rupturrisiko

von vulnerablen atherosklerotischen Plaques zusammen^{91,92}. Beide Faktoren prädisponieren Patienten mit einer KHK zu einem hohen Risiko für ein negatives kardiales Ereignis im Zusammenhang mit einem nicht kardialen Eingriff. Die durch das chirurgische Verfahren induzierten proinflammatorischen und hyperkoagulablen Zustände sowie die hämodynamischen Störungen, die durch Flüssigkeitsverschiebungen und Anästhesie entstehen, sind alle wichtige Auslöser für eine perioperative Myokardischämie⁹⁴.

Die häufigste kardiovaskuläre Wirkung von allgemein verwendeten Anästhetika ist eine Reduzierung des systemischen Gefäßwiderstandes. Sowohl inhalative als auch neuraxiale Anästhetika verringern den Sympathikotonus durch eine Reihe von Mechanismen, die letztendlich zu Vasodilatation und möglicherweise Hypotonie führen⁹⁵. Intravenöse Anästhetika wie Propofol können ebenfalls eine dosisabhängige Vasodilatation mit einer Abnahme des systemischen Blutdrucks verursachen^{96,97}. Trotz mehrerer Studien zu diesem Thema gibt es keine schlüssigen Beweise dafür, dass die Verwendung einer Art von Anästhetikum gegenüber anderen das Risiko von negativen kardiovaskulären Auswirkungen vermindern kann⁹⁴. Daher empfehlen internationale Leitlinien, dass die Wahl des Anästhetikums auf anderen Faktoren als der Verhinderung von Myokardischämie basieren sollte^{90,93}.

Die Steuerung der intraoperativen Herzfrequenz und des Blutdrucks ist entscheidend, wobei die akzeptablen Schwellenwerte hauptsächlich vom klinischen Kontext abhängen^{91,98}. Es wird empfohlen, systolische arterielle Druckwerte unter 100 mmHg und mittlere arterielle Druckwerte unter 60–70 mmHg während nicht kardialer Chirurgie zu vermeiden⁹⁴. Darüber hinaus kann die Implementierung neuer, auf künstlicher Intelligenz basierender Frühwarnsysteme, welche die Hypotonie kurz vor ihrem Auftreten vorhersagen können, dazu beitragen, schädliche hämodynamische Schwankungen bei Patienten während einer nicht kardialen Operation zu verringern⁹⁹.

Medikamentöse Therapie

Die medikamentöse Behandlung von Patienten mit einer KHK, die sich einer nicht kardialen Operation unterziehen, ist ein wichtiger Aspekt der perioperativen Steuerung. Es gibt verschiedene Medikamentenklassen, die in diesem Kontext relevant sind. Betablocker, die zur Behandlung einer KHK eingesetzt werden, können dazu beitragen, das Risiko von perioperativen kardiovaskulären Komplikationen zu senken¹⁰⁰. Allerdings gibt es unterschiedliche Meinungen zur Anwendung von Betablockern im perioperativen Kontext, insbesondere bei Patienten, die zuvor noch keine Betablocker erhielten¹⁰¹. Einige Studien in Übersichtsarbeiten zeigen, dass die perioperative Anwendung von Betablockern das Risiko

von kardiovaskulären Komplikationen senken kann ¹⁰², während andere Studien darauf hinweisen, dass sie auch das Risiko für bestimmte Komplikationen erhöhen können ¹⁰¹.

Statine sind eine weitere wichtige Medikamentenklasse zur Behandlung der KHK. Sie haben den Vorteil, dass sie sowohl die Lipidwerte senken als auch entzündungshemmende und stabilisierende Effekte auf atherosklerotische Plaques haben ¹⁰³. Es gibt Hinweise darauf, dass die präoperative Anwendung von Statinen das Risiko von kardiovaskulären Komplikationen bei Patienten, die sich einer nicht kardialen Operation unterziehen, senken kann ^{104–106}.

Angiotensin-Converting-Enzyme- (ACE-Hemmer) und Angiotensin-II-Rezeptorblocker (ARBs), die häufig zur Behandlung von Bluthochdruck und Herzinsuffizienz eingesetzt werden, können auch bei Patienten mit einer KHK von Vorteil sein, insbesondere durch die Blutdrucksenkung und die Verbesserung der Endothelfunktion ⁹⁴. Allerdings bestehen Unsicherheiten hinsichtlich der Fortführung dieser Medikamente vor einer nicht kardialen Operation. Einige Studien deuten darauf hin, dass das Fortführen dieser Medikamente das Risiko von perioperativen kardiovaskulären Komplikationen erhöhen könnte ^{107,108}, während andere ein Fortführen unbedingt empfehlen (Fleisher, 2014; Kristensen, 2014).

2.2.3 Myokardinfarkt

Patienten, die in der Vergangenheit einen Myokardinfarkt (MI) erlitten, sind einem erhöhten Risiko für perioperative kardiovaskuläre Komplikationen ausgesetzt, insbesondere wenn der MI innerhalb der letzten sechs Monate auftrat ¹¹⁰. Die Risikobewertung für diese Patienten sollte eine sorgfältige Überprüfung der aktuellen Symptome, der kardialen Funktion, der funktionellen Kapazität im Hinblick auf Art und Umfang der geplanten Operation umfassen ⁹⁰.

Die Narkoseführung bei Patienten mit einem vorherigen MI erfordert eine sorgfältige Überwachung und Steuerung der Herzfrequenz und des Blutdrucks. Eine zu hohe Herzfrequenz kann zu einer erhöhten Myokardarbeit und einem erhöhten Sauerstoffverbrauch führen, was das Risiko einer Myokardischämie erhöht ⁹⁰. Daher ist es wichtig, eine Tachykardie zu vermeiden und eine normale oder leicht reduzierte Herzfrequenz aufrechtzuerhalten. Der Blutdruck sollte ebenfalls sorgfältig überwacht und gesteuert werden, um eine Hypotonie zu vermeiden, die zu einer unzureichenden Myokardperfusion führen kann ⁹⁴.

Medikamentöse Therapie

Beta-Blocker, die häufig zur Behandlung von Patienten mit einem MI verwendet werden, können dazu beitragen, das Risiko von perioperativen kardiovaskulären Komplikationen zu senken, indem sie die Herzfrequenz und den Blutdruck kontrollieren ¹⁰⁰. Statine sind aus den

bereits genannten Gründen ebenfalls sinnvoll und können das Risiko von perioperativen kardiovaskulären Komplikationen senken ¹⁰⁶. ACE-Hemmer und ARBs können ebenfalls von Vorteil sein ⁹⁴.

Die Verwendung von plättchenhemmenden Medikamenten bei Patienten nach einem MI ist ein weiterer wichtiger Aspekt der perioperativen Versorgung ¹¹⁰. Diese Medikamente, wie Aspirin und Clopidogrel, sind wichtig für die Prävention von Thromboembolien, können aber auch das Blutungsrisiko erhöhen. Daher muss eine sorgfältige Abwägung zwischen dem Thrombose- und Blutungsrisiko getroffen werden. Bei der Verwendung von plättchenhemmenden Medikamenten bei Patienten nach einem MI ist es entscheidend, die aktuellen Leitlinien zu berücksichtigen ¹¹¹.

Die Dauer und Kombination der dualen Plättchenhemmung, bestehend aus Medikamenten wie Aspirin, Clopidogrel, Ticagrelor und Prasugrel, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Dazu gehören die Art des verwendeten Stents, das individuelle Blutungsrisiko und die Art des Infarkts. Es wird empfohlen, die Gabe von Acetylsalicylsäure (ASS) bei nicht kardialen chirurgischen Eingriffen perioperativ fortzusetzen, sofern das Blutungsrisiko dies zulässt, mindestens aber die empfohlene Plättchenhemmertherapie postoperativ so bald wie möglich wieder aufzunehmen. Bei Patienten mit kürzlichem MI oder anderen Hochrisikomerkmale für Ischämie, die einer dualen antithrombozytären Therapie bedürfen, kann eine elektive Operation bis zu sechs Monate verschoben werden. Wenn beide oralen Plättchenhemmer perioperativ abgesetzt werden müssen, kann eine Überbrückungstherapie mit intravenösen Plättchenhemmern in Betracht gezogen werden, insbesondere wenn die Operation innerhalb eines Monats nach Stentimplantation erforderlich ist. Es wird nicht empfohlen, eine duale Plättchenhemmung im ersten Monat nach Stentimplantation bei Patienten abzusetzen, die sich einer elektiven, nicht kardialen Operation unterziehen ¹¹¹.

2.2.4 Herzinsuffizienz

Patienten mit Herzinsuffizienz, insbesondere solche mit einer linksventrikulären Auswurfraction (LVEF) von weniger als 35 %, haben ebenfalls ein erhöhtes Risiko für perioperative kardiovaskuläre Komplikationen ¹¹², das jedoch durch eine sorgfältige präoperative Risikobewertung und eine optimierte medikamentöse Therapie gemindert werden kann ^{113,114}. Patienten mit Herzinsuffizienz und erhaltener LVEF (sogenannte diastolische Dysfunktion) vertragen Tachykardie und intravaskuläre Volumenverschiebungen nicht gut und können mehr perioperative Managementprobleme verursachen als stabile, gut kompensierte Patienten mit einer niedrigen LVEF ¹¹². Daher ist es wichtig, eine Tachykardie zu vermeiden ⁹⁴.

Medikamentöse Therapie

Neben den Medikamentenklassen bei Patienten mit kardialen Erkrankungen, die schon zuvor besprochen wurden (β -Blocker und ACE-Hemmer), können Diuretika und/oder Digoxin angezeigt sein, um die Symptome der Herzinsuffizienz zu kontrollieren und einen optimalen Volumenstatus zu erreichen.

2.2.5 Vorhofflimmern

Patienten mit bestehendem Vorhofflimmern vor einer nicht kardialen Operation weisen ein erhöhtes Risiko für perioperative kardiovaskuläre Komplikationen ¹¹⁵ wegen des Risikos für Thromboembolien, Herzinsuffizienz und postoperative Arrhythmien ¹¹⁶ auf, weshalb die Risikobewertung für solche Patienten die gründliche Untersuchung der aktuellen Symptome und der kardialen Funktion im Hinblick auf Art und Umfang der geplanten Operation umfassen sollte ⁹⁰.

Ein unkontrolliert hoher Puls kann das Risiko einer weiteren Herzinsuffizienz und Thromboembolien erhöhen ¹¹⁶. Daher ist es wichtig, eine Tachykardie zu vermeiden und eine normale oder leicht reduzierte Herzfrequenz aufrechtzuerhalten.

Medikamentöse Therapie

Die perioperative Anpassung von Medikamenten bei Patienten mit Vorhofflimmern ist ein wesentlicher Aspekt der Versorgung. Antikoagulanzen sind ein zentraler Bestandteil der Behandlung des Vorhofflimmers und gleichzeitig erhöht ihr Gebrauch das Risiko von Blutungen, insbesondere während der Operation ¹¹⁷. Eine sorgfältige Abwägung des Thromboembolierisikos und des Blutungsrisikos ist daher entscheidend und sollte auf einer individuellen Risikobewertung basieren. Bei der Behandlung des Vorhofflimmerns (AF) mit Antikoagulanzen wird in den Leitlinien ein differenzierter Ansatz empfohlen ¹¹⁸.

Zur Schlaganfallprävention bei AF-Patienten, die für eine orale Antikoagulation (OAK) infrage kommen, werden Nicht-Vitamin-K-abhängige orale Antikoagulanzen (NOAK) wie Dabigatran, Rivaroxaban, Apixaban und Edoxaban bevorzugt, außer bei Patienten mit mechanischen Herzklappen oder mittelschwerer bis schwerer Mitralstenose. Für die Einschätzung des Schlaganfallrisikos wird der risikofaktorbasierte CHA₂DS₂-VASc-Score verwendet. Patienten mit niedrigem Schlaganfallrisiko (CHA₂DS₂-VASc-Score = 0 bei Männern bzw. 1 bei Frauen) sollten perioperativ keine antithrombotische Therapie erhalten. Außerdem wird eine regelmäßige Neubewertung des Schlaganfall- und Blutungsrisikos empfohlen, um Behandlungsentscheidungen anzupassen und modifizierbare Blutungsrisikofaktoren zu

adressieren. Eine Therapie mit Thrombozytenaggregationshemmern allein (sei es Monotherapie oder ASS in Kombination mit Clopidogrel) wird zur Schlaganfallprävention bei Vorhofflimmern nicht empfohlen ¹¹⁸.

Betablocker und Nicht-Dihydropyridin-Calciumkanalblocker können ebenfalls verwendet werden, um die Herzfrequenz zu kontrollieren und das Risiko von perioperativen kardiovaskulären Komplikationen zu senken ¹¹⁷. Die Wahl zwischen Frequenzkontrolle und Rhythmuskontrolle bei Patienten mit Vorhofflimmern sollte auf der Grundlage des klinischen Zustands des Patienten, der Symptome und der individuellen Risiken getroffen werden.

Die Behandlung mit ACE-Hemmern und Angiotensin-Rezeptor-Blockern kann ebenfalls von Vorteil sein, da sie eine protektive Wirkung auf das Herz ausüben und das Risiko einer postoperativen Herzinsuffizienz verringern können ⁹⁴. Wie bei Patienten mit MI gibt es Unsicherheiten hinsichtlich der Fortführung oder Unterbrechung dieser Medikamente vor einer nicht kardialen Operation.

2.2.6 Arterielle Hypertonie

Diese Komplikationen bei arterieller Hypertonie können einen MI, eine Herzinsuffizienz, einen Schlaganfall und Nierenversagen umfassen ¹¹⁹. Das Ziel sollte sein, den Blutdruck innerhalb von 20 % des optimalen präoperativen Blutdrucks zu halten ¹¹⁹.

Medikamentöse Therapie

Die Behandlung mit Antihypertensiva sollte in der Regel vor der Operation fortgesetzt werden, wobei möglicherweise bestimmte Medikamente, wie ACE-Hemmer und Angiotensin-Rezeptor-Blocker, am Tag der Operation abgesetzt werden, um das Risiko einer intraoperativen Hypotonie zu verringern ¹¹⁹. Die Einnahme von Beta-Blockern sollte nicht abrupt gestoppt werden, da dies das Risiko eines Rebounds mit erhöhtem Blutdruck und möglicherweise ischämischen Ereignissen erhöht ¹¹⁹.

Calciumkanalblocker und Diuretika können ebenfalls nützlich sein, insbesondere bei Patienten, die gleichzeitig an einer KHK bzw. Herzinsuffizienz leiden. Allerdings sollte Vorsicht geboten sein, um eine übermäßige präoperative Diurese und ein daraus resultierendes Hypovolämierisiko zu vermeiden ¹¹⁹. Schließlich ist es wichtig, den Einsatz von nicht steroidalen Antirheumatika (NSAR) bei hypertensiven Patienten zu evaluieren, da diese Medikamente den Blutdruck erhöhen und die Wirkung von Antihypertensiva beeinträchtigen können ¹²⁰.

2.2.7 Schlaganfall

Patienten, die in der Vergangenheit einen Schlaganfall erlitten haben, haben ein erhöhtes perioperatives Risiko für einen erneuten Schlaganfall und andere thromboembolische Ereignisse ¹²¹. Die Risikobewertung für diese Patienten sollte eine Überprüfung des neurologischen Status, der kardiovaskulären Funktion und der funktionellen Kapazität des Herzens vor der geplanten Operation umfassen.

Insbesondere starke Schwankungen des Blutdrucks, sowohl Hypotonie als auch Hypertonie, können das Risiko eines erneuten Schlaganfalls erhöhen und sollten vermieden werden ¹²¹. Ferner ist eine optimale Sauerstoffversorgung wichtig, um die Gehirnfunktion zu unterstützen und das Risiko einer zerebralen Hypoxie zu minimieren.

Medikamentöse Therapie

Wie auch bei anderen kardiovaskulären Risikofaktoren ist die perioperative Anpassung von Medikamenten bei Patienten mit einem vorherigen Schlaganfall ein wichtiger Aspekt der Versorgung. Medikamente zur Anti-Thrombozyten-Therapie, wie Aspirin oder Clopidogrel, werden häufig zur Sekundärprävention eingesetzt und können dazu beitragen, das Risiko von perioperativen thromboembolischen Ereignissen im Hinblick auf einen neuerlichen Schlaganfall zu senken ¹²¹.

Die Anwendung von Statinen zur Senkung des Cholesterinspiegels und zur Stabilisierung atherosklerotischer Plaques kann perioperative kardiovaskuläre Komplikationen verringern. Bei Patienten, die Antikoagulantien zur Schlaganfallprävention, insbesondere bei Vorhofflimmern, einnehmen, ist eine sorgfältige Planung zur Minimierung von Blutungs- und thromboembolischen Risiken entscheidend. In ausgewählten Fällen kann eine Überbrückungstherapie erwogen werden ¹²¹.

2.3 Steuerung der Antikoagulation bei invasiven oder operativen Interventionen

Die Antikoagulation spielt eine wichtige Rolle bei der Prävention von thromboembolischen Ereignissen, insbesondere bei Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen (Vorhofflimmern, akutes Koronarsyndrom, MI) ¹²². Gleichzeitig besteht bei invasiven oder operativen Eingriffen unter dieser Therapie ein erhöhtes Risiko von Blutungen, das es zu steuern gilt ¹²³.

Die Entscheidung, eine orale Antikoagulation abzusetzen, hängt stark von der Art des Eingriffs ab ¹¹¹. Gleichzeitig führen das Absetzen der oralen Antikoagulation und die

Überbrückungstherapie mit Heparin zu nachteiligen Ereignissen im perioperativen Zeitraum (insbesondere Blutungskomplikationen und thromboembolische Ereignisse) ¹²⁴.

Das Auftreten von thromboembolischen Ereignissen im perioperativen Zeitraum variiert je nach Art der kardiovaskulären Erkrankung. Eine individuelle Patientenbewertung ist daher entscheidend, um die Risiken und Vorteile der Antikoagulation im Kontext des geplanten Eingriffs und der Grunderkrankung abzuwägen. Die Steuerung dieser Therapie ist komplex, sollte auf spezifischen klinischen Umständen basieren und wird durch die Leitlinien entsprechend vorgegeben.

2.4 Scores zur perioperativen Risikobewertung

Es gibt eine Vielzahl von Klassifikationssystemen und Risikoscores, die entwickelt wurden, um das perioperative Risiko zu schätzen ^{82–85,125,126}. Ein prominentes Beispiel ist das Physical Status Classification System der American Society of Anesthesiologists (ASA), das Patienten in Kategorien entsprechend ihrem allgemeinen Gesundheitszustand klassifiziert. Das ASA-System teilt Patienten in verschiedene Kategorien ein, und zwar basierend auf ihrem allgemeinen Gesundheitszustand und vorhandenen Komorbiditäten, aber ohne Berücksichtigung des anstehenden chirurgischen Eingriffs. Die Kategorien reichen von ASA I bis ASA VI ¹²⁷:

- ASA 1: gesunder Patient – ein Individuum ohne systemische Erkrankungen und in einem guten Gesundheitszustand
- ASA 2: Patient mit geringfügiger Erkrankung ohne Einschränkungen – Personen mit Erkrankungen, die nicht zu einer funktionellen Einschränkung führen, wie gut eingestellter Diabetes oder leichtem Hypertonus
- ASA 3: Patient mit Erkrankung mit deutlicher Beeinträchtigung – dies umfasst Patienten mit Erkrankungen, die ihre tägliche Aktivität und Funktion beeinträchtigen, z. B. eine fortgeschrittene Herzinsuffizienz
- ASA 4: Patient mit lebensbedrohlicher Erkrankung – hierzu zählen Patienten mit Erkrankungen, die eine konstante Bedrohung für ihr Leben darstellen, wie schwere, unkontrollierte Herz- oder Lungenkrankheiten.
- ASA 5: moribunder Patient, der ohne Operation wahrscheinlich nicht überleben wird – beispielsweise Patienten mit rupturierten abdominalen Aortenaneurysmen
- ASA 6: gestorbener Patient mit festgestelltem Hirntod, Organspender.

Das ASA-System ermöglicht eine standardisierte Risikoeinschätzung vor Operationen, indem es den allgemeinen Gesundheitszustand des Patienten und nicht die Schwere oder Art einer

spezifischen Erkrankung in den Vordergrund stellt. Es ist weltweit anerkannt und wird sowohl in der klinischen Praxis als auch in der Forschung als Standardmaß zur Risikobeurteilung verwendet.

In einer prospektiven Studie mit 6301 Patienten hatten gesunde Patienten (ASA-Klasse I) ein 0,1%iges Risiko für kardiale Komplikationen und Mortalität nach verschiedenen Operationen, während Patienten mit ‚schwerer systemischer Erkrankung, die eine ständige Bedrohung für das Leben darstellt‘ (ASA-Klasse IV) ein 18%iges Risiko hatten ¹²⁷.

Andere häufig verwendete kardiovaskuläre Risikoscores sind der Revised Cardiac Risk Index, der National Surgical Quality Improvement Program (NSQIP) sowie der Universal Surgical Risk Calculator“ ^{83–85,128}. Der RCRI (Bereich, 0–6; 6 = schlechtestes) beispielsweise berechnet das Risiko durch die Zuweisung von einem Punkt für jedes der folgenden Kriterien: ischämische Herzerkrankung, zerebrovaskuläre Erkrankung, Herzinsuffizienz, insulinabhängiger Diabetes, chronische Nierenerkrankung (Serumkreatininwert 2,0 mg/dl) und Hochrisikochirurgie (intraperitoneal, intrathorakal oder vaskulär). Patienten mit einem RCSI von 0 haben ein Risiko von 0,4 % für größere kardiovaskuläre Komplikationen, während diejenigen mit einem Index von 3 oder höher ein ungefähres Risiko von 10 % haben ¹²⁸.

2.5 Problembeschreibung und Ziele der Arbeit

Die Leistenhernienreparation zählt zu den am häufigsten durchgeführten chirurgischen Eingriffen weltweit ¹²⁹. Postoperative Komplikationen können den Genesungsprozess erheblich beeinträchtigen und die Lebensqualität der betroffenen Patienten mindern ¹³⁰. Besonders Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen sind bei chirurgischen Eingriffen einem erheblichen Morbiditätsrisiko ausgesetzt ¹¹⁰. Dies ist zum Teil auf ihren Bedarf an Antikoagulantien zurückzuführen. Komplikationen während oder nach der Operation können die Lebensqualität der betroffenen Patienten mitunter auch weiter verschlechtern.

In der vorliegenden retrospektiven Kohortenstudie an prospektiv erhobenen Daten aus dem Herniated[®]-Register werden die Ergebnisse der Leistenhernienoperationen von Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen im Vergleich zum Gesamtkollektiv analysiert.

Ziel der Studie ist es, Risikofaktoren dieser Patienten zu identifizieren, welche das Ergebnis des chirurgischen Eingriffs und den weiteren Verlauf der kardiovaskulären Erkrankungen beeinflussen. Darüber hinaus wird untersucht, inwieweit die chirurgische Technik der Leistenhernienreparation Einfluss auf die Morbidität dieser Patientengruppe hat.

3 PUBLIKATION

BMC Surg

. 2023 Jan 14;23:11. doi: 10.1186/s12893-023-01905-y

Risk factors for early and late morbidity in patients with cardiovascular disease undergoing inguinal hernia repair with a tailored approach: A single-center cohort study

Kamran Hajili^{2,3}, Alberto Vega Hernandez¹, Jakob Otten¹, Dana Richards¹, Claudia Rudroff^{1*}

Affiliation:

1 Department of Visceral Surgery and Functional Surgery of the Lower Gastrointestinal Tract (UGI), Evangelisches Klinikum Koeln Weyertal, Cologne, Germany

2 Department for Cardiology and Intensive Care Medicine, Klinikum Leverkusen, Leverkusen, Germany

3 Promotion in medical studies, Medical Faculty of the University of Cologne, Cologne, Germany

Abstract

Background: Inguinal hernia repair is a common procedure in surgery. Patients with cardiovascular disease have an increased operative risk for postoperative morbidity. The study aimed to identify the most beneficial surgical procedure for these patients.

Methods: Patients undergoing elective surgery for unilateral or bilateral inguinal hernia between December 2015 and February 2020 were included. The cohort was divided into the group of patients with (CVD group) and without (NO group) cardiovascular disease and analyzed according to the postoperative morbidity distribution and correlated to the surgical technique used.

Results: Of the 474 patients included 223 (47%) were operated on using the Lichtenstein technique and 251 (53%) using TAPP, respectively. In the CVD group the Lichtenstein procedure was more common (n = 102, 68.9%), in the NO group it was TAPP (n = 205, 62.9%; p < 0.001). 13 (8.8%) patients in the CVD group and 12 (3.7%) patients in the NO group developed a postoperative hematoma (p=0.023). In the further subgroup analysis within the CVD group revealed cumarine treatment as a risk factor for postoperative hematoma development, whereas the laparoscopic approach did not elevate the morbidity risk.

Conclusion: CVD is a known risk factor for perioperative morbidity in general surgery, however, the TAPP method does not elevate the individual perioperative risk.

Keywords

Cardiovascular disease, inguinal hernia, Lichtenstein procedure, postoperative morbidity, postoperative risk factors, TAPP

Introduction

Inguinal hernia repair is one of the most common surgeries in the world. In Germany 275,000 inguinal hernia repairs are performed every year (1), with the Lichtenstein procedure being the most common surgical method (2). Postoperative complications generally affect the recovery process and quality of life of the patients concerned (3).

Patients with cardiovascular disease (CVD) undergoing surgery are at a substantial risk of morbidity due in part to their need for antithrombotic medication. Complications during or after surgery can further impair their well-being.

This observational study analyzed the outcomes of inguinal hernia procedures with special attention to the subgroup of patients with CVD. The aim of the study was to identify the most common morbidities that affect the outcome of the surgical procedure and the subsequent course of CVD, as well as the most beneficial method of inguinal hernia repair for these patients to avoid morbidity.

Patients and methods

Inclusion criteria and informed consent

Between December 2015 and February 2020, all consecutive patients undergoing elective surgery for unilateral or bilateral inguinal hernia at Evangelisches Klinikum Koeln Weyertal were included. Before surgery, patients gave their informed consent to participate in the Herniated Registry (4). We confirm that the study has been performed in accordance with the Declaration of Helsinki and all methods were performed in accordance with the relevant guidelines and regulations.

Data collection

For all patients, data on characteristics such as sex, age, surgical procedure, body mass index (BMI), severity of preoperative comorbidity according to the classification of the American Society of Anesthesiologists (ASA) (5), surgical outcome including operative time, surgical procedure, morbidity and mortality, postoperative pain scale according to the Numeric Rating Scale (NRS) on the day after surgery and upon discharge, and the length of hospital stay were collected prospectively in the Herniated database.

Missing data and details on antithrombotic medication and comorbidity were completed from hospital records. In cases of antiplatelet treatment the medication was continued, whereas the application of novel oral anticoagulants (NOACs) was paused 24 hours prior to surgery and bridged with low molecular weight heparins until discharge (6). Coumarins were paused 10 days prior to surgery, bridged with low molecular weight heparins and restarted 10 days after

surgery. All patients with antithrombotic medication were operated under general anesthesia. Regional anesthesia was used in some cases, whereas local anesthesia is generally not performed in our setting. No outpatient surgery was planned in our setting.

Morbidity and Mortality assessment

Morbidity and mortality were rated according to the Clavien Dindo Classification (CDC), ranging from 0 to 5 (7). Minor morbidities assumed CDC scores from 1 to 3a, whereas major morbidities assumed CDC scores from 3b to 5. Early morbidities referred to all events within 30 days of surgery. In case of swelling, local discomfort, or discoloration in the inguinal region clinical examination and ultrasound were performed by the surgeon in charge to identify wound infection and/or hematoma.

Follow up

Follow-up results were obtained based on responses to letters sent to all patients 12–24 months after their surgery. The questionnaire asked for symptoms of pain ≥ 4 according to the NRS, dysesthesias, reoperation on the hernia site, recurrences, late hematoma, and infection that occurred after discharge from the hospital. Patients with complaints were offered a consultation. In cases of unopened letters returned to sender further inquiries to locate the patients were undertaken. In 58 cases no valid address could be identified, and the respective patients were lost to follow up. Unanswered letters were resent a second time. In cases of unanswered letters the general practitioner was contacted but did not provide detailed information on the Herniated questionnaire.

Subgroup definition and Data analysis

The cohort was analyzed in two groups, patients with (CVD group) and without cardiovascular disease (NO group). The CVD group comprised patients with coronary heart disease (CHD), previous myocardial infarction (MI), atrial fibrillation (AF), congestive heart disease (CON), arterial hypertension (AH), and/or apoplexy (APO), with patients suffering from one to five of the conditions mentioned above.

The results from the CVD group and the NO group were further analyzed to determine the correlation of morbidity with the surgical technique used.

Data were analyzed using the SPSS statistical package (version 27.0.0.0, IBM). Distributions of quantitative variables are presented as the mean (\pm standard deviation [SD]) and analyzed by the Mann-Whitney-U test. Multiple testing was adjusted with a post hoc test for 2x3 and more variables. Qualitative variables are summarized as count, percentage, median, and range and were compared using the chi-square test. A two-sided p value of <0.05 was considered statistically significant.

Results

Baseline characteristics

Altogether 474 patients were included in this study, of whom 148 (31%) suffered from CVD. In the CVD group, 36 (18.6%) suffered from CHD, 21 (14 %) had previous MI, 10 (14%) AF, 56 (38%) CON, 130 (87%) AH, and 5 (3%) APO. (8)See also *Table 1*.

Table 1. Stratification of all 148 patients with cardiovascular into individual diagnoses. One patient suffered from 5 conditions, 18 patients from 4 conditions, 16 patients from 3 conditions, 29 patients from 2, and 82 patients from one condition. The average CVD patient suffered from 1.76 cardiovascular conditions.

Cardiovascular disease	n = 148
Coronary Heart Disease	36 (24%)
Myocardial Infarction	21 (14%)
Atrial Fibrillation	10 (7%)
Congestive Heart Disease	56 (38%)
Arterial Hypertension	130 (87%)
Apoplexy	5 (3%)

Data are presented as total number and percentages (%) with respect to the CVD subgroup.

Patients in the total cohort were between 18 and 102 years old (median: 57 years, IQR: 25) on the day of surgery. Patients in the CVD group were significantly older than those in the NO group, (CVD [median: 71, IQR: 18, range 22–102] and NO [median: 53, IQR: 19, range 18–87]; $p < 0.005$). Of the 474 patients, 388 (81.9%) were male. The distribution of the sexes in the subgroups (CVD and NO) was comparable. Comorbidity was expressed by the American Society of Anesthesiologists Classification (ASA) (9). For the total cohort 29 (6.2%) patients were ASA III, no patient was ASA IV or ASA V. Comorbidity was significantly higher in the CVD group than in the NO group, (CVD [$n= 20$, 14.1%] and NO [$n= 9$, 2.8%]; $p < 0.001$). The mean BMI was 25.3 kg/m² (range = 16.3–53, IQR: 4, SD = 3.9) with no variation between the groups. Altogether 49 patients received antithrombotic therapy, all of whom were within the CVD group. The majority of patients received antiplatelet medication ($n=39$), six patients NOACs, and four patients cumarines. For further details with respect to the CVD diagnosis and antithrombotic therapy see *Table 2*.

Table 2. Stratification of the diagnosis with the antithrombotic agent for the 49 patients in the CVD subgroup with antithrombotic treatment.

	Antiplatelet	NOAC	Cumarine
	n=39	n=6	n=4
CVD			
Coronary Heart Disease	27	3	4
Myocardial Infarction	15	2	3

Arterial Fibrillation	1	6	3
Congestive Heart Disease	24	5	4
Arterial Hypertension	31	2	2
Apoplexy	2	1	0

The laparoscopic transperitoneal preperitoneal hernia repair (TAPP) and Lichtenstein procedure were distributed almost equally in the overall cohort, i.e. 251 (53%) patients were operated in TAPP technique and 223 (47%) performing the Lichtenstein procedure. The most frequently used method in the CVD group was the Lichtenstein procedure, (Lichtenstein [n= 102, 68.9%] and TAPP [n= 46, 31.1%]), which differed significantly from the NO group, where the TAPP technique was more common, (Lichtenstein [n= 121, 37.1%] and TAPP [n= 205, 62.9%]; $p < 0.001$).

Within the group of patients with antithrombotic treatment the TAPP procedure was solely performed under antiplatelet therapy in three cases. All other patients underwent the Lichtenstein procedure.

All laparoscopic procedures and most of the open procedures were performed in general anesthesia (n=468, 98.7%). In 6 (1.3%) cases a regional anesthesia was applied, all within the NO group. No local anesthesia was used in our setting.

The median operative time for all patients was 70.9 minutes (range: 20–212 minutes), with no significant differences between the groups ($p=0.544$).

The mean length of hospital stay was 3 days (range: 0-41 days), with no difference between the groups ($p = 0.207$). Although no day surgery was scheduled in our setting, altogether 10 patients, 3 from the CVD group and 7 from the NO group, left the hospital on the day of surgery on their own behalf.

All results are summarized in *Table 3*.

Table 3. Patients' characteristics, surgical technique, and perioperative results for the total cohort, the subgroup with cardiovascular disease (CVD), and the subgroup without cardiovascular conditions (NO).

	All patients n = 474	CVD n = 148	NO n = 326	p
Age, median (range)	58 (24)	70 (18)	52 (19)	<0.001
Male, n (%)	388 (81.9%)	124 (83.8%)	264 (81%)	0.463
Female, n (%)	86 (18.1%)	24 (16.2%)	62 (19%)	

ASA, n (%)				<0.001
1	8 (1.7%)	1 (0.7%)	7 (2.2%)	
2	430 (92.1%)	121 (85.2%)	309 (95.1%)	
3	29 (6.2%)	20 (14.1%)	9 (2.8%)	
4	0	0	0	
5	0	0	0	
BMI, mean (range)	25.3 (16.3-53)	26.1 (17-53)	24.9 (16.3-41)	0.005
Antithrombotic treatment	49 (10.3%)	49 (33.1%)	0	<0.001
Lichtenstein n (%)	223 (47%)	102 (68.9%)	121 (37.1%)	<0.001
TAPP n (%)	251 (53%)	46 (31.1%)	205 (62.9%)	
Anesthesia				
General, n (%)	468 (98.7%)	148 (100%)	320 (98.2%)	0.033
Regional, n (%)	6 (1.3%)	0	6 (1.8%)	
Local	0	0	0	
Operating time (min), median (range)	70.9 (20-212)	69.9 (25-210)	71.3 (20-212)	0.544
Days of hospital stay, mean (range)	3 (0-41)	3 (0-17)	3 (0-42)	0.021

Data are presented as the median (age and duration of hospital stay) or the mean (BMI and operating time) and their range for continuous variables and as total number and percentages (%) for binary variables. The p-value indicates the level of statistical significance.

Morbidity and mortality

Complications after surgery occurred in 81 (17.2%) patients (CVD [n= 29, 19.6%] and NO [n= 52, 16.1%]; p = 0.358). 65 (13.8%) had minor complications (CDC 1–3a) and 16 (3.4%) had major complications (CDC 3b–5). No significant difference (p = 0.385) was observed in terms of morbidity distribution between the two groups.

An average of 1.31 complications were observed with one patient suffering from four complications, 3 patients from 3 complications, 16 patients from two complications and 61 patients from one complication.

A postoperative hematoma occurred in 25 (5.3%) patients and significantly more often in patients within the CVD group (CVD [n= 13, 8.8%] and NO [n= 12, 3.7%]; p = 0.023). A detailed subgroup analysis is listed further below.

Early recurrence occurred in eight patients with no differences between the two groups, (CVD [n= 3, 2%] and NO [n= 5, 1.6%]; p = 0.712).

Postoperative pain of high intensity (≥ 4 on the NRS) on day 1 after surgery was noted in 53 (12.8%) patients (CVD [n= 16, 12.6%] and NO [n= 37, 12.9%]; p = 0.924) and at discharge in 10 (2.5%) patients (CVD [n= 5, 3.9%] and NO [n= 5, 1.8%]; p = 0.208) with no significant difference between the subgroups. For details on morbidity see *Table 4*.

Table 4 Postoperative morbidity and detailed distribution according to Clavien Dindo classification (CDC), stratified into minor and major morbidity. Further details on the main morbidities are listed and distributed according to the subgroups.

	All patients n = 474	CVD n = 148	NO n = 326	p
Morbidity, n (%)	81 (17.2%)	29 (19.6%)	52 (16.1%)	0.358
CDC, n (%)				
<i>CDC minor</i>	65 (80.3%)	22 (75.9%)	43 (82.7%)	0.490
<i>CDC major</i>	16 (19.7%)	7 (24.1%)	9 (17.3%)	
<i>0</i>	389 (82.8%)	119 (80.4%)	270 (83.9%)	0.481
<i>1</i>	48 (10.2%)	18 (12.2%)	30 (9.3%)	
<i>2</i>	10 (2.1%)	2 (1.4%)	8 (2.5%)	
<i>3a</i>	7 (1.5%)	2 (1.4%)	5 (1.6%)	
<i>3b</i>	16 (3.4%)	7 (4.7%)	9 (4.7%)	
<i>4</i>	0	0	0	
<i>5</i>	0	0	0	
Postoperative hematoma, n (%)	25(5.3%)	13 (8.8%)	12 (3.7%)	0.023

Early recurrence, n (%)	8 (1.7%)	3 (2%)	5 (1.5%)	0.712
Postoperative Pain \geq4 NRS Day 1, n (%)	53 (12.8%)	16 (12.6%)	37 (12.9%)	0.924
Postoperative pain \geq4 NRS, n (%)	10 (2.5%)	5 (3.9%)	5 (1.8%)	0.208

Data are presented as total number and percentages (%) for binary variables. The p-value indicates the level of statistical significance

Subgroup analysis on postoperative hematoma

Patients operated on by the Lichtenstein method experienced significantly more hematomas than those operated on in TAPP technique (Lichtenstein [n= 17, 7.7%], TAPP [n= 8, 3.2%]; p = 0.033).

Within the CVD subgroup 12 patients experienced a hematoma (3.7%), 6 (50% of the CVD group, 12.2% within the group of antithrombotic treated patients) of whom were under antithrombotic therapy, whereas 43 (87.8%) patients with antithrombotic therapy did not develop a hematoma. Of the six patients with antithrombotic therapy who developed a postoperative hematoma all underwent the Lichtenstein procedure.

See Table 5.

Table 5. Stratification postoperative hematoma and antithrombotic therapy with respect to the surgical procedure.

Antithrombotic therapy	All	No	Yes	p
Hematoma vs Surgical Procedure	25 (5.3%)	19 (4.5%)	6 (12.2%)	0.033
Hematoma Lichtenstein, n (%)	17(7.7%)	11 (57.9%)	6 (100%)	
Hematoma TAPP, n (%)	8 (3.2%)	8 (42.1%)	0	

Data are presented as total number and percentages (%) for binary variables. The p-value indicates the level of statistical significance

Of the six patients with antithrombotic therapy who developed a postoperative hematoma three had cumarine medication, one received NOACs, and two patients were under antiplatelet treatment. The post hoc testing of hematoma versus antithrombotic treatment revealed a significance risk for cumarine medication only. See Table 6.

Table 6. Stratification of the diagnosis with the antithrombotic agent for the 49 patients in the CVD subgroup with antithrombotic treatment.

	Antiplatelet n=39	NOAC n=6	Cumarine n=4	p
Postoperative Hematoma				<0.001
No	37 (94%)	5 (83.3%)	1 (25%)	
Yes	2 (5.1%)	1 (16.7%)	3 (75%)	

Data are presented as total number and percentages (%) for binary variables. The p-value indicates the level of statistical significance. After post-hoc test for postoperative hematoma against type of anticoagulation significance after Bonferoni correction is shown only for the column cumarine with a Z-value of 4. At a χ^2 of $p=0.0003417$ corrected by 0.008333333 and at a significance level of 0.05 results in $p=0.0020502$, thus the event is significant.

Follow-up

Of the 474 follow-up letters sent to the patients 12–24 months after surgery, 185 (39%) completed letters were returned. In total, 52 (28.1%) patients remarked late morbidity after surgery with an average of 1.1 complaints for the cohort and 7 patients with two different complications. There was no difference between the subgroups.

Dysesthesia was documented in 27 (14.6%) patients (CVD [n= 11, 15.9%] and NO [n= 16, 13.8%]).

Late recurrence was seen in 5 (2.7%) patients in the total cohort (CVD [n = 1, 1.4%] and NO [n = 4, 3.4%]).

Chronic pain ≥ 4 NRS after discharge from the hospital was reported in 18 (9.7%) patients (CVD [n= 5, 7.2%] and NO [n= 13, 11.2%]).

Seven patients (3.7%) reported a hematoma (CVD [n= 2, 2.9%] and NO [n= 5, 4.3%]) and two patients (1.1%) complained about a wound infection after discharge from the hospital (CVD [n= 1, 1.4%] and NO [n= 1, 0.9 %]). See *Table 7*.

Table 7. Patients' follow-up data with morbidity and main complaints.

	All patients n = 185	CVD group n = 69	NO group n = 116	p
Morbidity, n (%)	52 (24.6%)	18 (26.1%)	34 (29.3%)	0.623
Dysesthesia, n (%)	27 (14.6%)	11 (15.9%)	15 (13.8%)	
Recurrence, n%	5 (2.7%)	1 (1.4%)	4 (3.4%)	
Chronic pain ≥4 (NRS) follow up, n (%, N)	18 (9.7%)	5 (7.2%)	13 (11.2%)	
Late Hematoma, n (%)	7 (3.7%)	2 (2.9%)	5 (4.3%)	
Late Wound Infection, n (%)	2 (1.1%)	1 (1.4%)	1 (0.9%)	

Data are presented as total number and percentages (%). The p-value indicates no statistical significant difference for the overall morbidity. No further testing was performed due to the complex cross table and the little incidences in the individual complaints.

Discussion

This present study demonstrates an increased perioperative complication risk, particularly for the development of hematoma, for patients with a cardiovascular risk profile. The results confirm the result from *Turrentine and colleagues* on the elevated risk of congestive heart disease for morbidity and reoperation in non-cardiac surgery (10) and a great nationwide population-based cohort study from Taiwan in 2017 by *Lee and colleagues*, who identified increased perioperative morbidity for hernia procedures in patients with previous cardiovascular disease compared to patients with no such risk (11).

Thereby, the subgroup analysis showed that especially patients with antithrombotic treatment have an increased risk for the formation of a hematoma. In the further post hoc analysis, the study identified the increased risk mainly for patients with cumarine therapy, but not for the patients with antiplatelet medication and with NOACs.

Interestingly, it was even shown that the group of patients on antiplatelet drugs for antithrombotic treatment did not show an increased risk profile compared to the overall collective. This again emphasizes that antiplatelet medication does not need to be paused for patients undergoing general surgery, in this case inguinal hernia surgery. This has also been shown in several previous studies and reviews (12–14). Surprisingly, this was also shown for patients on NOACs in our study. However, for this subgroup, the small number of patients being treated limits the significance, and statistical validity is not given. Only cumarine therapy, which has been eclipsed by current and modern antithrombotic therapy methods, still has a significantly increased risk of a bleeding complication. These results are also confirmed in other studies as by *Zeb and colleagues* in 2016 (15).

The safety of the surgical procedure choice is also unaffected by the antithrombotic treatment modality for antiplatelet agents and NOACs, but not for cumarines. However, the validity of the results is limited by the fact that the surgeries performed in patients with NOACs and cumarines were all with the Lichtenstein procedure. This practice stems from the still-valid "informal" recommendation that patients with higher risk profiles are better served by an open surgical procedure than by laparoscopic surgery (16,17), which has already been shown invalid with respect to wound hematoma and infection in an updated network meta-analysis of randomized trials by *Aiolfi and colleagues* in 2021 (18). And although the patients with NOAC therapy did not show an increased risk of bleeding in our setting, a conclusion on the risk with laparoscopic surgery from our data is not valid.

With regard to the surgical procedure the subgroup of patients on antiplatelet drugs, however, showed no difference in perioperative morbidity compared with the overall population. This conclusion is also reached by other studies, which do not find any relevant risk constellation due to antiplatelet therapy for the laparoscopic procedure. For example, *Hill and colleagues* published in 2019 that the laparoscopic procedure under antiplatelet therapy does not have a relevant, higher risk profile than open surgery (19). Particularly regarding older patients on antithrombotic therapy, *Hada and colleagues* were able to show it too, there is no increase in the risk of postoperative complications (20). And even though *Staerkle and colleagues* found an increased risk for bleeding complications under antithrombotic therapy according to data from the Herniated registry, the complication-related reoperations seemed to be lower in the

laparoscopic approach (21), which as once more confirmed by *Köckerling and colleagues*, as well (22). Thus, at least from a medical point of view, the laparoscopic procedure is not riskier than the open approach, even in patients with an increased cardiovascular risk profile and antithrombotic treatment as also previously stated by *Ho and colleagues* in 2019 (23) and if current perioperative risk management patterns are followed, as stated by *Balch and colleagues* in 2022 (17). It is high time to reconsider the paradigm - that the open procedures in hernia surgery are safer - and to evaluate it conclusively with studies on this topic.

Further analysis of the collective showed that the group of patients with cardiovascular risk profile had a higher comorbidity in the ASA classification, a higher age and as a further risk factor a higher BMI. Thus, with increasing age and other risk factors, the risk of cardiovascular disease also increases; this is a finding that confirms common knowledge.

Furthermore, the inpatient length of stay stands out in the study. In this setting, patients underwent surgery were exclusively scheduled under inpatient conditions, with an average hospital length of stay of three days. The duration did not differ between the overall collective and patients with or without a cardiovascular risk profile. And although a small subgroup (n=10) left the hospital on the day of surgery; this was not planned but at the expressive request of the individual patient. This subgroup also included three patients with cardiovascular risk profiles.

In any case, the inpatient form of treatment and the duration of treatment cannot be used to derive a statement about the complication prevalence or the risk of the intervention.

This is rather a German specialty. Surgical treatment of inguinal hernias is still a mostly inpatient business in Germany, which incidentally has the lowest rate of outpatient and day surgery, not only for inguinal hernia surgery. In this respect Germany differs significantly from all other countries in Europe. On the one hand this is due to the cultural and structural orientation of the health care system toward a high density of hospital beds, and on the other hand to the lack of incentive for day surgery and the lack of structural infrastructure in the outpatient setting (24). The political and health insurance problems resulting from this circumstance have been recently thoroughly investigated and addressed by *Albrecht and colleagues* (25). The length of inpatient stay in this study should therefore not be regarded as a medical statement, but as a cultural feature.

Standardized letters were sent on the follow-up data in a time window up to 24 months after the intervention. Since in many cases the recipients had moved or could no longer be found, and many patients had certainly been away from the procedure for a very long time, the response rate of the questionnaires (38%) was disappointing, although it is in line with

published data on response rates of postal surveys, as published previously by *Coughlin and colleagues* and *Anhang Price and colleagues* (26, 27). This limits the validity of the follow-up data. These results did not differ from the overall collective in the risk group with cardiovascular risk profile, though. In this respect, they have limited usability and are also of little significance.

Conclusion

The results of the study confirm the increased risk of surgical procedures for patients with cardiovascular risk profiles, especially regarding postoperative hematomas. However, this was mainly the case for patients on antithrombotic treatment and especially cumarine therapy. At the same time, the results confirmed the safety of laparoscopic hernia interventions also for patients on antiplatelet drugs. Considering the fact that especially bilateral hernias can be treated simultaneously and without problems, this procedure should be given a higher priority also for patients with cardiovascular risk profile. For this purpose, patients with and without cardiovascular risk profile should be included in a prospective randomized multicenter study to confirm safety and feasibility without further medical risk.

Abbreviations:

Cardiovascular disease (CVD)

Myocardial infarction (MI)

Coronary heart disease (CHD)

Arterial hypertension (AH)

Congestive heart disease (CON)

Arterial fibrillation (AF)

Apoplexy (APO)

Laparoscopic Transabdominal Preperitoneal Patch (TAPP)

Numeric rating scale (NRS)

Body mass index (BMI)

Clavien Dindo Classification (CDC)

Standard deviation (SD)

Interquartile range (IQR)

Declarations

Ethics approval, consent to participate, and consent for publication

The trial was registered and reviewed by the Ethic Committee of the Aerztekammer Nordrhein in Duesseldorf/Germany (Registration No. 208/2022) and the retrospective analysis and publication of the presented data did not require further ethical approval.

The patients were informed that their clinical data would be collected for the Herniated Registry (4) for quality assessment, clinical analysis and later publication and gave their written consent.

The study involved human participants and was performed in accordance to the Declaration of Helsinki.

Availability of data and materials

All data collected and analyzed during the study are available upon request.

Competing interests

The Authors declare no conflicts of interest. The authors declare that no funds, grants, or other support were received during the preparation of this manuscript. The authors have no relevant financial or non-financial interests to disclose. This manuscript has neither been presented at any conference nor submitted to any other journal for consideration for publication.

Funding

No funding was granted.

Authors' contributions

Concept: CR; collection, evaluation, and analysis of data: CR, KH, AVH, JO, DR; writing - original draft: CR, KH. writing, review & editing: CR, AVH, DR. supervision: CR; all authors reviewed the final documents.

Acknowledgements

Not applicable

Authors' information (optional)

Not applicable

References:

1. Köckerling F, Jacob D, Grund S, Schug-Paß C. Prinzipien der minimalinvasiven Chirurgie bei Hernien. *Allgemein- und Viszeralchirurgie up2date*. 2012;6(02).
2. Just E, Botet X, Martínez S, Escolà D, Moreno I, Duque E. Reduction of the complication rate in Liechtenstein hernia repair. *International Journal of Surgery*. 2010;8(6):462–5.
3. Shah S, Marsh H, Khan MS, Shah A, Madaan S. Urological complications of inguinal hernia surgery. *Scott Med J*. 2013;58(2).
4. Stechemesser B, Jacob DA, Schug-Paß C, Köckerling F. Herniated: An Internet-based registry for outcome research in hernia surgery. *Hernia*. 2012;16(3).
5. Böhmer A DJGRRZKZB. The updated ASA classification. *Anesthesiologie und Intensivmedizin*. 2021;62(5):1–10.
6. Buerke M, Hoffmeister HM. Steuerung der NOAK-Gabe bei invasiven oder operativen Interventionen. *Med Klin Intensivmed Notfmed*. 2017 Mar 10;112(2):105–10.

7. Dindo D, Demartines N, Clavien PA. Classification of surgical complications: A new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. Vol. 240, *Annals of Surgery*. 2004.
8. Little B& C. Classification of Functional Capacity and Objective Assessment. American Heart Association. 1994;
9. Böhmer A, Defosse J, Geldner G, Rossaint R, Zacharowski K, Zwißler B, et al. The updated ASA classification. *Anesthesiologie und Intensivmedizin*. 2021;62(5).
10. Turrentine FE, Sohn MW, Jones RS. Congestive Heart Failure and Noncardiac Operations: Risk of Serious Morbidity, Readmission, Reoperation, and Mortality. *J Am Coll Surg*. 2016 Jun;222(6):1220–9.
11. Lee CH, Chiu YT, Cheng CF, Wu JC, Yin WY, Chen JH. Risk factors for contralateral inguinal hernia repair after unilateral inguinal hernia repair in male adult patients: analysis from a nationwide population based cohort study. *BMC Surg*. 2017 Dec 21;17(1):106.
12. Columbo JA, Lambour AJ, Sundling RA, Chauhan NB, Bessen SY, Linshaw DL, et al. A Meta-analysis of the Impact of Aspirin, Clopidogrel, and Dual Antiplatelet Therapy on Bleeding Complications in Noncardiac Surgery. *Ann Surg*. 2018 Jan;267(1):1–10.
13. Liedtke JP, Ahrens I. Antithrombozytäre Therapie und Antikoagulation bei Patienten mit koronarer Herzerkrankung. *DMW - Deutsche Medizinische Wochenschrift*. 2021 Aug 20;146(16):1041–50.
14. Li J, Wang M, Cheng T. The safe and risk assessment of perioperative antiplatelet and anticoagulation therapy in inguinal hernia repair, a systematic review. *Surg Endosc*. 2019;33(10):3165–76.
15. Zeb MH, Pandian TK, el Khatib MM, Naik ND, Chandra A, Morris DS, et al. Risk factors for postoperative hematoma after inguinal hernia repair: an update. *Journal of Surgical Research*. 2016 Sep;205(1):33–7.
16. International guidelines for groin hernia management. *Hernia*. 2018 Feb 12;22(1):1–165.
17. Balch JA, Neal D, Crippen C, Johnson-Mann CN, Read TE, Loftus TJ, et al. Safety of laparoscopic inguinal hernia repair in the setting of antithrombotic therapy. *Surg Endosc*. 2022 Dec;36(12):9011–8.
18. Aiolfi A, Cavalli M, Ferraro S del, Manfredini L, Bonitta G, Bruni PG, et al. Treatment of Inguinal Hernia. *Ann Surg*. 2021 Dec;274(6):954–61.
19. Hill DA, Sleiman M, Castellano MR. Is the Perioperative Continuation of Antiplatelet Therapy Safe for Elective Hernia Surgery? *Am Surg*. 2019 Mar 1;85(3):303–5.
20. Hada G, Zhang S, Song Y, Jaiswar M, Xie Y, Jian F, et al. Safety of Inguinal Hernia Repair in the Elderly with Perioperative Continuation of Antithrombotic Therapy. *Visc Med*. 2021;37(4):315–22.

21. Staerkle RF, Hoffmann H, Köckerling F, Adolf D, Bittner R, Kirchhoff P. Does coagulopathy, anticoagulant or antithrombotic therapy matter in incisional hernia repair? Data from the Herniated Registry. *Surg Endosc.* 2018 Sep 28;32(9):3881–9.
22. Köckerling F, Roessing C, Adolf D, Schug-Pass C, Jacob D. Has endoscopic (TEP, TAPP) or open inguinal hernia repair a higher risk of bleeding in patients with coagulopathy or antithrombotic therapy? Data from the Herniated Registry. *Surg Endosc.* 2016 May;30(5):2073–81.
23. Ho CH, Wu CC, Wu CC, Tsai YC. Laparoscopic total extraperitoneal inguinal hernia repair is safe and feasible in patients with continuation of antithrombotics. *J Minim Access Surg.* 2019;15(4):299.
24. Rudroff C, Schweins M, Heiss M. Die Qualität unseres Abrechnungssystems am Beispiel der Leistenhernien. *Zentralbl Chir.* 2008 Feb;133(1):51–4.
25. Albrecht M, Manski T, Sander M, Schiffhorst G. Gutachten nach § 115b Abs. 1a SGB V, Internationaler Vergleich ambulanter Operationen, IGES Institut. 2022.
26. Coughlin JW, Martin LM, Zhao D, Goheer A, Woolf TB, Holzhauer K, et al. Electronic Health Record–Based Recruitment and Retention and Mobile Health App Usage: Multisite Cohort Study. *J Med Internet Res.* 2022 Jun 10;24(6):e34191.
27. Anhang Price R, Quigley DD, Hargraves JL, Sorra J, Becerra-Ornelas AU, Hays RD, et al. A Systematic Review of Strategies to Enhance Response Rates and Representativeness of Patient Experience Surveys. *Med Care.* 2022 Dec;60(12):910–8.

4 DISKUSSION

4.1 Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse

In der vorliegenden Studie zur Evaluation der Morbidität von Leistenhernienoperationen bei Patienten mit kardiovaskulärem Risikoprofil wurden 474 konsekutive Patienten, die zwischen Dezember 2015 und Februar 2020 in der Klinik operiert wurden, eingeschlossen. Von ihnen litten 148 (31 %) Patienten an kardiovaskulären Begleiterkrankungen (CVD-Gruppe). Diese CVD-Gruppe zeigte eine Vielzahl von Erkrankungen, wobei arterielle Hypertonie mit 87 % am häufigsten vorkam. Daraufhin folgten Patienten mit Herzinsuffizienz mit 38 %, KHK mit 18,4 %, Zustand nach MI mit 14 %, Vorhofflimmern mit 7 % und Zustand nach Schlaganfall mit 3 %.

Patienten der CVD-Gruppe waren mit durchschnittlich 71 Jahren signifikant älter als Patienten ohne kardiovaskuläre Risikofaktoren (NO-Gruppe), die ein durchschnittliches Alter von 53 Jahren hatten. Dies entspricht der Erwartung, dass kardiovaskuläre Erkrankungen vorrangig in einem höheren Lebensalter auftreten. Die ASA-Klassifikation, welche den Gesundheitszustand und das Anästhesierisiko der Patienten bewertet, zeigte eine signifikant höhere Komorbidität in der CVD-Gruppe als in der NO-Gruppe. Dies spiegelt das allgemein erhöhte Risikoprofil der Patienten mit CVD wider. Die Geschlechterverteilung war in beiden Gruppen vergleichbar, mit einer überwiegenden Mehrheit an männlichen Patienten.

Interessant war auch, dass eine Antikoagulation als Begleitmedikation ausschließlich die CVD-Gruppe betraf, was die Bedeutung einer sorgfältigen Überwachung dieser Patienten unterstreicht. In Bezug auf die chirurgische Vorgehensweise dominierte das Lichtenstein-Verfahren in der CVD-Gruppe, wohingegen die TAPP-Technik in der NO-Gruppe häufiger eingesetzt wurde. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass bei der Lichtenstein-Methode, im Gegensatz zur TAPP-Technik, dadurch, dass der intraabdominale Druck nicht verändert wird, von einer präziseren Steuerung der Operation ausgegangen wird. Diese Eigenschaften sind besonders bei Risikopatienten von Bedeutung.

Die postoperative Morbidität stellte in dieser Studie den Schlüsselindikator für das chirurgische Outcome dar. Dafür wurden die postoperative Morbidität, die Inzidenz von notwendigen Re-Operationen und die Anzahl an Todesfällen bestimmt und in Bezug auf das kardiovaskuläre Risikoprofil der Patienten analysiert. Interessanterweise zeigte sich, dass die Gesamtmorbidität zwischen den Patienten mit kardiovaskulären Vorerkrankungen (CVD-Gruppe) und denjenigen ohne solche Vorerkrankungen (NO-Gruppe) keinen signifikanten Unterschied aufwies (CVD: 19,6 % vs. NO: 16,1 %; $p = 0.358$). Dieses Ergebnis zeigt, dass ein kardiovaskuläres Risikoprofil nicht zwangsläufig mit einer erhöhten Rate an postoperativen

Komplikationen einhergehen muss. Dies ist besonders relevant für die CVD-Gruppe, da diese Komorbiditäten generell als höheres Risiko für chirurgische Eingriffe angesehen werden.

Auch in Bezug auf die Mortalität zeigte die Studie ein positives Bild, da in keiner der beiden Gruppen Todesfälle (Clavien-Dindo Klassifikation (CDC) Grad V) beobachtet wurden. Das unterstreicht die Sicherheit der chirurgischen Behandlung bei gutem Risikomanagement.

Trotz der vergleichbaren Gesamtraten bei der Morbidität und Mortalität offenbarten die Details der Clavien-Dindo-Klassifikation ein etwas nuancierteres Bild. Die Mehrheit der Komplikationen in beiden Gruppen war von geringer Schwere (Grad 1–3a), was auf eine effektive Behandlung und Kontrolle der postoperativen Risiken hinweist. Wie zu erwarten war, war aber der Anteil der ernsteren Komplikationen (Grad 3b und höher) in der CVD-Gruppe leicht erhöht, obwohl auch dieser Unterschied statistisch nicht signifikant war.

In Bezug auf die postoperative Morbidität war das signifikant höhere Auftreten von postoperativen Hämatomen in der CVD-Gruppe von Relevanz. Dieses Ereignis trat insbesondere bei Patienten mit Antikoagulation auf. Dies unterstreicht, dass trotz der Vorteile der Antikoagulation auf das kardiovaskuläre Komplikationsrisiko dieser Patienten ihre Anwendung während eines operativen Eingriffs mit erhöhten Risiken eines Blutungsereignisses einhergeht. Gleichzeitig war die Mehrzahl der Ereignisse von geringer Bedeutung auf den Langzeitverlauf und bedurfte nur in Einzelfällen einer Re-Intervention. Interessanterweise traten in der CVD-Gruppe keine Blutungsereignisse nach TAPP auf. In der Regel wird dieses Verfahren bei erhöhtem Risikoprofil eher nicht empfohlen und die offene Lichtenstein-Methode bevorzugt. Folglich könnten die Ergebnisse der Studie zu einem Paradigmenwechsel in der operativen Verfahrenswahl führen.

Die Analyse der Anzahl der Re-Operationen und der Follow-up-Daten nach 12–24 Monaten lieferte wichtige Einblicke in die Langzeitwirkungen der chirurgischen Interventionen, insbesondere im Hinblick auf die Spätfolgen und Rezidive. Die Follow-up-Evaluation, basierend auf den Rückmeldungen von 185 Patienten (39 % Antwortrate), ergab, dass 28,1 % der Patienten über späte Komplikationen bzw. Folgen nach der Operation berichteten, mit durchschnittlich 1,1 Ereignissen pro Patient. Interessanterweise zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen der CVD- und NO-Gruppe in Bezug auf die späte Morbidität ($p = 0.623$). Die spezifischen Beschwerden umfassten Dysästhesie (14,6 % der Patienten), chronische Schmerzen ≥ 4 auf der NRS-Skala (9,7 %) sowie späte Hämatome (3,7 %) und Wundinfektionen (1,1 %). Diese späten Komplikationen waren in beiden Gruppen ähnlich verteilt, was darauf hindeutet, dass ein kardiovaskuläres Risikoprofil keinen

signifikanten Einfluss auf das Auftreten dieser späten Komplikationen hatte. Das Feedback der Patienten im Follow-up weist auf Aspekte hin, die in der Patientenversorgung verbessert werden können. Insbesondere das Auftreten von Dysästhesien kann durch ein optimiertes Schmerzmanagement in der postoperativen Nachsorge reduziert werden.

Das Auftreten von späten Rezidiven war mit in 2,7 % der Gesamtkohorte im Rahmen der Benchmark. Interessant war dabei allerdings die geringere Rezidivrate in der CVD-Gruppe (1,4 %) verglichen mit der NO-Gruppe (3,4 %).

4.2 Diskussion der Ergebnisse unter Berücksichtigung der vorhandenen Evidenz

Die vorliegende Studie, insbesondere die signifikant häufigere Entstehung von Hämatomen für Patienten mit einem kardiovaskulären Risikoprofil, bestätigt frühere Ergebnisse anderer Autoren, die für diese Patientengruppe ein erhöhtes perioperatives Komplikationsrisiko nachweisen konnten. Dieses Risiko wurde beispielsweise von Turrentine et al. in ihrer Arbeit über das gesteigerte Risiko von Morbidität und Revisionsoperationen bei Patienten mit kongestiver Herzkrankheit im Kontext nicht kardialer chirurgischer Interventionen gezeigt¹³¹. Diese Beobachtung wurde auch durch eine umfangreiche bevölkerungsbasierte Kohortenstudie aus Taiwan aus dem Jahr 2017 von Lee et al. gestützt. In dieser Studie wiesen Patienten mit kardiovaskulären Vorerkrankungen im Kontext von Hernienoperationen eine erhöhte perioperative Morbidität im Vergleich zu Patienten ohne dieses Risikoprofil auf (Lee, 2017).

Die detaillierte Analyse von Subgruppen innerhalb unserer Studie zeigte signifikante Unterschiede in Bezug auf das perioperative Hämatomrisiko. Hierbei war vor allem festzustellen, dass nur Patienten unter Cumarin-Therapie ein signifikant erhöhtes Risiko für die Entstehung von Hämatomen aufwiesen. Die Wirkung der verschiedenen antithrombotischen Medikamente auf das Hämostasesystem ist komplex und variiert je nach zugrunde liegendem molekularem Mechanismus. Cumarine beispielsweise wirken durch Hemmung der Vitamin-K-abhängigen Synthese von Gerinnungsfaktoren in der Leber und sind damit mitunter schwer steuerbar, zumal die mit der Nahrung aufgenommene Menge an Vitamin K eine wichtige Rolle bei der Medikamentenwirkung spielt¹³³. Im Gegensatz dazu wirken Anti-Plättchen-Medikamente durch Hemmung der Thrombozytenaggregation. Diese Medikamente, wie beispielsweise Clopidogrel, verhindern die Bindung von Adenosindiphosphat (ADP) an seine Rezeptoren auf Thrombozyten, was die Freisetzung von Thromboxan A₂ reduziert, einem potenten Aktivator der Thrombozytenaggregation. NOACs andererseits wirken durch direkte Hemmung von Faktor Xa oder Thrombin und beeinflussen somit gezielt bestimmte Stufen der Gerinnungskaskade¹³⁴.

Dieses differenzierte Wirkungsspektrum der antithrombotischen Medikamente erklärt teilweise die Unterschiede in den beobachteten perioperativen Risiken. Patienten, die mit Cumarinen behandelt werden, können eine reduzierte Synthese von mehreren Gerinnungsfaktoren aufweisen, was sie anfälliger für Blutungen macht, während Patienten unter Anti-Plättchen-Therapie oder NOACs möglicherweise ein spezifischeres und begrenzteres Blutungsrisiko haben. Des Weiteren ist auch erwähnenswert, dass genetische Polymorphismen in Enzymen, die an der Metabolisierung dieser Medikamente beteiligt sind, sowie in ihren Zielproteinen das Ansprechen eines Individuums auf diese Medikamente und somit das perioperative Blutungsrisiko beeinflussen können ¹³⁵.

Die Evaluation und das Management der Antikoagulation im perioperativen Kontext stellen eine fortwährende klinische Herausforderung dar. Unsere Untersuchung zeigt, dass Patienten, die Anti-Thrombozyten-Mittel einnehmen, kein erhöhtes Risikoprofil im Vergleich zum Gesamtkollektiv aufwiesen. Diese Beobachtung hat weitreichende Implikationen für die klinische Praxis und die Therapierichtlinien. Bei Thrombozytenaggregationshemmer, die ihren Hauptwirkungsort an den Thrombozyten haben, könnte ein signifikantes Blutungsrisiko im perioperativen Setting erwartet werden. Dennoch deuten unsere Daten und die von anderen Gruppen ^{136–138} gesammelten Belege darauf hin, dass das Fortsetzen von Thrombozytenaggregationshemmern bei allgemein chirurgischen Eingriffen – in unserem Fall bei Leistenhernienoperationen – nicht notwendigerweise mit einem erhöhten Blutungsrisiko verbunden ist.

Ein weiterer bemerkenswerter Befund war, dass selbst Patienten, die NOACs einnahmen, kein erhöhtes Blutungsrisiko zeigten. NOACs, die direkt auf Faktoren der Gerinnungskaskade wirken, konnten in den letzten Jahren an Beliebtheit gewinnen, da sie einige Vorteile gegenüber den traditionellen Cumarinen bieten, einschließlich einer besser vorhersehbaren pharmakologischen Wirkung und eines reduzierten Bedarfs an Laborüberwachung. Unsere Beobachtungen hinsichtlich NOACs müssen jedoch mit Vorsicht interpretiert werden, da die Stichprobengröße in dieser Untergruppe begrenzt war und dies die statistische Validität der Ergebnisse beeinflussen könnte. Cumarine zeigten hingegen, trotz ihrer zurückgehenden Anwendung aufgrund neuerer antithrombotischer Ansätze, ein signifikant erhöhtes Blutungsrisiko, da aus den oben ausgeführten Gründen ihre Wirkung oft weniger vorhersehbar als die der neueren NOACs ist und die Behandlung eine regelmäßige Überwachung erfordert. Dieses erhöhte Risiko für Patienten unter Cumarin-Therapie wurde auch in anderen Studien beobachtet, wie zum Beispiel von Zeb et al. in 2016 ¹³⁹.

Insgesamt unterstreicht die verfügbare Evidenz die Bedeutung individualisierter Entscheidungsfindung im perioperativen Management der Antikoagulation. Es wird immer wichtiger, eine ausgewogene Risiko-Nutzen-Bewertung vorzunehmen und dabei aktuelle wissenschaftliche Daten und die individuellen Patientencharakteristika im Sinne der personalisierten Medizin zu berücksichtigen. Zukünftige prospektive Studien sollten dazu beitragen, diese Befunde noch weiter zu klären und zu einer optimierten Patientenversorgung beizutragen.

Neben der Antikoagulation spielt offensichtlich die Auswahl des chirurgischen Verfahrens eine wichtige Rolle. Wie unsere Daten zeigen, wurde die Sicherheit des gewählten chirurgischen Verfahrens durch die Antikoagulation mit Anti-Thrombozyten-Medikamente und NOACs nicht beeinträchtigt. Cumarine stellten jedoch eine Ausnahme dar, was auf die bereits diskutierte Variabilität in der Steuerung der Wirksamkeit und das damit verbundene Risiko zurückzuführen sein wird.

Ein besonderes Augenmerk galt in unserer Studie dem Lichtenstein-Verfahren. Alle Operationen bei Patienten, die NOACs oder Cumarine einnahmen, wurden mit diesem Verfahren durchgeführt. Der Lichtenstein-Eingriff ist ein offen chirurgisches Verfahren, das für seine geringe Wundkomplikationsrate bekannt ist. Dieses Verfahren wurde gewählt, da angenommen wurde, dass Patienten mit einem höheren Risikoprofil besser und sicherer mit einem offenen chirurgischen Verfahren als mit einer laparoskopischen Operation versorgt werden könnten^{8,140}. Dies steht in Kontrast zu Arbeiten, insbesondere der von Aiolfi und Kollegen aus dem Jahr 2021, die in einer aktualisierten Meta-Analyse randomisierter Studien keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf Wundhämatome und Infektionen zwischen den beiden chirurgischen Verfahren feststellen konnten¹⁴¹.

Grundsätzlich gilt, dass laparoskopische Eingriffe ihre eigenen Herausforderungen in Bezug auf das Blutungsrisiko mitbringen. Eine potenzielle Blutung findet in einem geschlossenen Raum statt, der durch fehlende Größenbegrenzung nicht zu einer Tamponade führt. Die Blutung ist nur über eine Drainage erkennbar und ihr Ausmaß erst durch Bildgebung richtig einzuschätzen. Dadurch ist naturgemäß das Management solcher Komplikationen erschwert.

In Bezug auf die chirurgische Methode zeigte die Subgruppe der Patienten mit Anti-Thrombozyten-Medikamenten in unserer Studie keine Unterschiede in der perioperativen Morbidität im Vergleich zur Gesamtpopulation und zur Gruppe ohne Antikoagulation. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit den Ergebnissen anderer Arbeiten. Beachtenswert ist die Studie von Hill et al. aus dem Jahr 2019, die zeigen konnte, dass das laparoskopische

Verfahren unter Anti-Thrombozyten-Medikamenten kein höheres Risikoprofil als die offene Chirurgie aufweist¹⁴². Diese Studie legt nahe, dass die Anti-Thrombozyten-Medikamente nicht zwangsläufig das Risiko perioperativer Komplikationen erhöhen. Dies bedeutet, dass weder die chirurgische Methode per se noch die Fortführung der Anti-Thrombozyten-Medikamente den Unterschied im Risikoprofil ausmacht.

Eine ähnliche Erkenntnis wurde auch in der Untersuchung älterer Patienten durch Hada et al. erlangt, bei denen trotz Antikoagulation mit Aspirin, Clopidogrel und/oder Vitamin-K-Antagonisten kein erhöhtes Risiko postoperativer Komplikationen festgestellt wurde¹⁴³.

Dagegen stellten Staerke und Kollegen ein erhöhtes Risiko für Blutungskomplikationen unter Antikoagulation fest, wobei Blutungskomplikationen und die mit Komplikationen verbundenen Re-Operationsrate bei laparoskopischem Vorgehen niedriger waren¹⁴⁴.

Köckerling und Kollegen bestätigten diese Ergebnisse in Ihrer Arbeit aus 2016 (Köckerling, 2016), was unterstreicht, dass das laparoskopische Verfahren selbst bei Patienten mit einem erhöhten kardiovaskulären Risikoprofil und Antikoagulation nicht riskanter ist als der offene Ansatz.

Ferner zeigen Arbeiten, wie die von Ho und Kollegen aus dem Jahr 2019 und Balch und Kollegen aus dem Jahr 2022¹⁴⁰, dass laparoskopische Verfahren sicher durchgeführt werden können, wenn aktuelle perioperative Risikomanagementrichtlinien befolgt werden.

Die vorliegenden Daten und Ergebnisse der Literatur stellen das bisherige Paradigma, dass die offene Leistenhernienchirurgie für Patienten mit einem kardiovaskulären Risikoprofil prinzipiell sicherer ist als laparoskopische Verfahren, infrage. Unsere Studie zeigte, dass das laparoskopische Verfahren bei CVD-Patienten nicht mit einem erhöhten perioperativen Morbiditätsrisiko verbunden war. Das laparoskopische Verfahren war auch für Patienten mit CVD sicher und effektiv.

Aus den Ergebnissen unserer Studie und der Diskussion der Daten ergibt sich daher der dringende Bedarf, dieses Paradigma mit umfangreichen und gut konzipierten, prospektiven RCTs im direkten Vergleich zwischen offenem und laparoskopischem Ansatz bei CVD-Patienten zu revidieren. Diese Studien sollten darauf abzielen, die perioperative Morbidität und Mortalität als Parameter für die Patientensicherheit sowie die Langzeitoutcomes zur Beurteilung der Lebensqualität im Hinblick auf das operative Verfahren zu vergleichen. Die Studien sollten ein breites Spektrum an Patienten mit unterschiedlichem Schweregrad von

CVD einschließen, um generalisierbare Schlussfolgerungen zu ermöglichen. Besonders wichtig wird die Einbeziehung von Patienten mit einer Antikoagulation sein, da diese ein erhöhtes Risiko für postoperative Blutungen aufweisen. Neben der postoperativen Morbidität und Mortalität sollten ebenfalls andere Faktoren wie Operationszeit, Krankenhausaufenthaltsdauer, Schmerzniveau, Wiederaufnahme der normalen Aktivitäten und Lebensqualität berücksichtigt werden.

Langzeitdaten sind entscheidend, um die Dauerhaftigkeit des chirurgischen Erfolgs und die Rate an Spätkomplikationen, wie Rezidiven und chronischen Schmerzen, zu bewerten. Die Einbeziehung von Kardiologen in die Studienplanung und -durchführung wäre wichtig, um eine umfassende Beurteilung der kardiovaskulären Risiken und des perioperativen Managements zu gewährleisten. Hierbei sollte auch die Rolle der präoperativen Risikobewertung, der genauen Indikationsstellung, der chirurgischen Erfahrung, der technischen Lernkurve und der verfügbaren Ressourcen berücksichtigt werden, um zukünftig eine sichere und effektive Versorgung für alle Patienten zu gewährleisten, unabhängig von ihrer Medikamentenanamnese oder ihrem kardiovaskulären Risikoprofil. Dies würde es ermöglichen, die Sicherheitsprofile beider chirurgischer Ansätze in Relation zu verschiedenen antithrombotischen Regimen besser zu verstehen.

Ein besonderer Schwerpunkt sollte auf die Untersuchung des perioperativen Risikos von laparoskopischen Operationen bei Patienten unter NOAC-Therapie gelegt werden. Da diese Medikamente zunehmend verbreitet sind, ist es wichtig, ihre Interaktionen mit chirurgischen Eingriffen besser zu verstehen. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Chirurgen, Kardiologen und Hämatologen ist für das Design und die Durchführung dieser Studien entscheidend, um ein umfassendes Verständnis der Wechselwirkungen zwischen chirurgischen Eingriffen, kardiovaskulärem Risikoprofil und antithrombotischen Therapien gewinnen zu können.

4.3 Stärken und Limitationen der Studie

Unsere Studie bietet wertvolle Einblicke in die postoperative Morbidität bei Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen, die sich einer Leistenhernienoperation unterziehen. Eine ihrer größten Stärken ist die spezifische Fokussierung dieser Patientengruppe, wodurch wichtige Daten zur Sicherheit und Wirksamkeit der offenen und der laparoskopischen chirurgischen Verfahren bei Patienten mit CVD herausgearbeitet wurden. Zusätzlich hebt sich unsere Studie durch die detaillierte Aufschlüsselung der postoperativen Komplikationen und die Berücksichtigung der Behandlung mit verschiedenen Antikoagulantien hervor.

Die prospektive Datenerhebung und die Stichprobengröße ermöglichten eine gründliche und systematische Erfassung relevanter Daten, was die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Ergebnisse erhöhte. Außerdem ermöglichte die Studie durch die standardisierte Verwendung der Clavien-Dindo-Klassifikation die systematische Bewertung der Komplikationsschwere.

Gleichzeitig weist die Studie einige wichtige Limitationen auf. Das Fehlen von Daten bezüglich laparoskopischer Chirurgie bei Patienten unter NOAC-Therapie ließ keine abschließenden Schlussfolgerungen über das Blutungsrisiko bei dieser spezifischen Patientengruppe zu. Darüber hinaus ist die Studie durch ihr Design als monozentrische Kohortenstudie hinsichtlich der Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere klinische Settings begrenzt.

Die Antwortrate von nur 39 % bei den Follow-up-Umfragen könnte auch zu einer Verzerrung führen, da bestimmte Patientengruppen unterrepräsentiert blieben. Dieser Faktor schränkt die Generalisierbarkeit der Follow-up-Ergebnisse ein. Des Weiteren wird die Aussagekraft der Studie bezüglich der Langzeitkomplikationen und -ergebnisse aufgrund des begrenzten Follow-up-Zeitraums von 12–24 Monaten eingeschränkt.

4.4 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse unserer Studie liefern wertvolle Erkenntnisse zum operativen Risiko von Patienten mit kardiovaskulärem Risikoprofil. Besonders auffällig war das erhöhte Risiko für postoperative Hämatomate, das sich vor allem bei Patienten unter antithrombotischer Behandlung, insbesondere unter Cumarin-Einnahme, zeigte. Dieses Ergebnis unterstreicht die Notwendigkeit einer sorgfältigen prä- und postoperativen Planung und Überwachung dieser Patientengruppe.

Gleichzeitig bestätigten die Ergebnisse die Sicherheit laparoskopischer Leistenhernieneingriffe, auch für Patienten, die Anti-Thrombozyten-Medikamente einnehmen. Dieser Aspekt ist besonders relevant, da gerade Patientinnen und Patienten mit bilateralen Hernien gleichzeitig und ohne Probleme mit dieser Methode behandelt werden können, was nun auch bei Patienten mit kardiovaskulärem Risikoprofil möglich wird.

Um die Sicherheit und Machbarkeit dieser Eingriffe bei Risikopatienten zu bestätigen, wäre die Durchführung einer großen prospektiven, randomisierten, multizentrischen Studie zu fordern, die Patienten sowohl mit als auch ohne kardiovaskuläres Risikoprofil einschließt. Eine derartige Studie würde nicht nur die Erkenntnisse unserer Untersuchung validieren, sondern auch zusätzlich dazu beitragen, die chirurgische Versorgung von Patienten mit kardiovaskulären Vorerkrankungen weiter zu optimieren.

Insgesamt zeigte unsere Studie, dass trotz des erhöhten Risikos für bestimmte postoperative Komplikationen die chirurgische Behandlung von Leistenhernien bei Patienten mit CVD sicher und effektiv durchgeführt werden kann. Dies ist ein wichtiger Schritt hin zu einer verbesserten patientenzentrierten chirurgischen Versorgung, welche die spezifischen Bedürfnisse und Risikoprofile von Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen berücksichtigt.

5 LITERATURVERZEICHNIS

- 1 Schünke M. Prometheus. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem, 5. vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart New York: Georg Thieme Verlag, 2018.
- 2 Schwarz NT, editor. Allgemein- und Viszeralchirurgie essentials: Intensivkurs zur Weiterbildung, 8th edn. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2017.
- 3 Burcharth J and P M and Bisgaard, T and Pedersen, C and Rosenberg, J. Nationwide prevalence of groin hernia repair. *PLoS One* 2013; **8**: 54367.
- 4 Burcharth J. The epidemiology and risk factors for recurrence after inguinal hernia surgery. *Dan Med J* 2014; **61**: 4846.
- 5 Burcharth J, Pommergaard H-C, Bisgaard T, Rosenberg J. Patient-Related Risk Factors for Recurrence After Inguinal Hernia Repair: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Surg Innov* 2015; **22**: 303–17.
- 6 Nyhus LM. Individualization of hernia repair: a new era. *Surgery* 1993; **114**: 1–2.
- 7 Miserez M and A JH and Campanelli, G and Corcione, F and Cuccurullo, D. The European hernia society groin hernia classification: simple and easy to remember. *Hernia* 2007; **11**: 113–6.
- 8 van Veenendaal N, Simons M, Hope W, Tumtavitikul S, Bonjer J, HerniaSurge Group. Consensus on international guidelines for management of groin hernias. *Surg Endosc* 2020; **34**: 2359–77.
- 9 Öberg S, Andresen K, Rosenberg J. Etiology of Inguinal Hernias: A Comprehensive Review. *Front Surg* 2017; **4**: 52.
- 10 Agarwal PK. Study of Demographics, Clinical Profile and Risk Factors of Inguinal Hernia: A Public Health Problem in Elderly Males. *Cureus* 2023; published online April 24. DOI:10.7759/cureus.38053.
- 11 Alder R, Zetner D, Rosenberg J. Incidence of Inguinal Hernia after Radical Prostatectomy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Urol* 2020; **203**: 265–74.
- 12 Burcharth J, Pommergaard HC, Rosenberg J. The inheritance of groin hernia: a systematic review. *Hernia J Hernias Abdom Wall Surg* 2013; **17**: 183–9.
- 13 Franz MG. The Biology of Hernia Formation. *Surg Clin North Am* 2008; **88**: 1–15.
- 14 Friedman DW, Boyd CD, Norton P, *et al*. Increases in type III collagen gene expression and protein synthesis in patients with inguinal hernias. *Ann Surg* 1993; **218**: 754–60.
- 15 Casanova AB, Trindade EN, Trindade MRM. Collagen in the transversalis fascia of patients with indirect inguinal hernia: a case-control study. *Am J Surg* 2009; **198**: 1–5.
- 16 Nikolov S, Beltshev B. [Several ultrastructural peculiarities of the fascia transversalis in direct inguinal hernias of senile men]. *Anat Anz* 1990; **170**: 265–72.
- 17 Chang H-H, Juan Y-S, Li C-C, Lee H-Y, Chen J-H. Congenital collagenopathies increased the risk of inguinal hernia developing and repair: analysis from a nationwide population-based cohort study. *Sci Rep* 2022; **12**: 2360.

- 18 Berger D. Evidence-Based Hernia Treatment in Adults. *Dtsch Arztebl Int* 2016; published online March 4. DOI:10.3238/arztebl.2016.0150.
- 19 Maneck M, Köckerling F, Fahlenbrach C, *et al.* Hospital volume and outcome in inguinal hernia repair: analysis of routine data of 133,449 patients. *Hernia* 2020; **24**: 747–57.
- 20 Fitzgibbons RJR, Forse AR Groin Hernias in Adults. *N Engl J Med* 2015; **372**: 756–63.
- 21 Ruhl CE, Everhart JE. Risk Factors for Inguinal Hernia among Adults in the US Population. *Am J Epidemiol* 2007; **165**: 1154–61.
- 22 Kark AE and K M. Groin hernias in women. *Hernia* 2008; **12**: 267–70.
- 23 Arnborjsson E. A neuromuscular basis for the development of right inguinal hernia after appendectomy. *Am J Surg* 1982; **143**: 367–9.
- 24 Leech P and W G and Main, RG. The incidence of right inguinal hernia after appendectomy. *Br J Surg* 1972; **59**: 623.
- 25 Zendejas B and R T and Jones, T and Kuchena, A and Ali, SM. Incidence of inguinal hernia repairs in Olmsted County MN: a population-based study. *Ann Surg* 2013; **257**: 520–6.
- 26 Abramson JH and G J and Hopp, C and Makler, A and Epstein, LM. The epidemiology of inguinal hernia. *Surv West Jerus J Epidemiol Community Health* 1978; **32**: 59–67.
- 27 Shrestha S, Upadhyay PK. Prevalence of Obesity in Inguinal Hernia Repair Patients in a Tertiary Care Center. *JNMA J Nepal Med Assoc* 2021; **59**: 156–9.
- 28 Melwani R, Malik SJ, Arija D, *et al.* Body Mass Index and Inguinal Hernia: An Observational Study Focusing on the Association of Inguinal Hernia With Body Mass Index. *Cureus* 2020; **12**: e11426.
- 29 Shakil A, Aparicio K, Barta E, Munez K. Inguinal Hernias: Diagnosis and Management. *Am Fam Physician* 2020; **102**: 487–92.
- 30 Piga E, Zetner D, Andresen K, Rosenberg J. Imaging modalities for inguinal hernia diagnosis: a systematic review. *Hernia J Hernias Abdom Wall Surg* 2020; **24**: 917–26.
- 31 Robinson A, Light D, Nice C. Meta-analysis of sonography in the diagnosis of inguinal hernias. *J Ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med* 2013; **32**: 339–46.
- 32 Miller J, Cho J, Michael MJ, Saouaf R, Towfigh S. Role of imaging in the diagnosis of occult hernias. *JAMA Surg* 2014; **149**: 1077–80.
- 33 Robinson A, Light D, Kasim A, Nice C. A systematic review and meta-analysis of the role of radiology in the diagnosis of occult inguinal hernia. *Surg Endosc* 2013; **27**: 11–8.
- 34 Pérez Lara FJ, Del Rey Moreno A, Oliva Muñoz H. Do we really know the symptoms of inguinal hernia? *Hernia J Hernias Abdom Wall Surg* 2015; **19**: 703–12.
- 35 Tolver MA, Rosenberg J. Pain during sexual activity before and after laparoscopic inguinal hernia repair. *Surg Endosc* 2015; **29**: 3722–5.
- 36 Bansal VK, Misra MC, Babu D, *et al.* A prospective, randomized comparison of long-term outcomes: chronic groin pain and quality of life following totally extraperitoneal (TEP) and transabdominal preperitoneal (TAPP) laparoscopic inguinal hernia repair. *Surg Endosc* 2013; **27**: 2373–82.

- 37 Van Hee R. HISTORY OF INGUINAL HERNIA REPAIR. *Jurnalul Chir* 2011; **7**.
- 38 Hori T, Yasukawa D. Fascinating history of groin hernias: Comprehensive recognition of anatomy, classic considerations for herniorrhaphy, and current controversies in hernioplasty. *World J Methodol* 2021; **11**: 160–86.
- 39 Marcy HO. A new use of carbolized catgut ligatures. *Boston Med Surg J* 1871; **85**: 315–6.
- 40 Bassini E. Sulla cura radicale dill'ernia inguinale. *Arch Soc Ital Chir* 1887; **4**: 380.
- 41 McVay CB. A fundamental error in the Bassini operation for direct inguinal hernia. *Univ Hosp Bull Ann Arbor* 1939; **5**: 14.
- 42 Cheatle GL. An operation for the radical cure of inguinal and femoral hernia. *Br Med J* 1920; **2**: 68.
- 43 Shouldice EE. The treatment of hernia. *Ont Med Rev* 1953; **20**: 670–84.
- 44 Usher FC, WALLACE SA. Tissue reaction to plastics: a comparison of nylon, Orlon, Dacron, Teflon, and Marlex. *AMA Arch Surg* 1958; **76**: 997–9.
- 45 Gilbert AI. Sutureless repair of inguinal hernia. *Am J Surg* 1992; **163**: 331–5.
- 46 Stoppa RE, Rives JL, Warlaumont CR, Palot JP, Verhaeghe PJ, Delattre JF. The use of Dacron in the repair of hernias of the groin. *Surg Clin North Am* 1984; **64**: 269–85.
- 47 Shulman AG, Amid PK, Lichtenstein IL. The 'plug' repair of 1402 recurrent inguinal hernias. 20-year experience. *Arch Surg Chic Ill* 1960 1990; **125**: 265–7.
- 48 Lichtenstein IL. Herniorrhaphy: A personal experience with 6,321 cases. *Am J Surg* 1987; **153**: 553–9.
- 49 Reinpold W, Chen D. [Evidence-based Lichtenstein technique]. *Chir Z Alle Geb Oper Medizen* 2017; **88**: 296–302.
- 50 Read RC. Milestones in the history of hernia surgery: prosthetic repair. *Hernia J Hernias Abdom Wall Surg* 2004; **8**: 8–14.
- 51 Ger R. The management of certain abdominal herniae by intra-abdominal closure of the neck of the sac. Preliminary communication. *Ann R Coll Surg Engl* 1982; **64**: 342–4.
- 52 Schultz L, Graber J, Pietrafitta J, Hickok D. Laser laparoscopic herniorrhaphy: a clinical trial preliminary results. *J Laparoendosc Surg* 1990; **1**: 41–5.
- 53 Arregui ME, Navarrete J, Davis CJ, Castro D, Nagan RF. Laparoscopic inguinal herniorrhaphy. Techniques and controversies. *Surg Clin North Am* 1993; **73**: 513–27.
- 54 Dulucq JL. Traitement des hernies de l'aïne par la mise en place d'un patch prothetique par laparoscopie. Voi totalement extraperitoneale. *Cah Chir* 1991; **79**: 15–6.
- 55 Campanelli G, Canziani M, Frattini F, Cavalli M, Agrusti S. Inguinal hernia: state of the art. *Int J Surg Lond Engl* 2008; **6 Suppl 1**: S26-28.
- 56 Reuben B, Neumayer L. Surgical management of inguinal hernia. *Adv Surg* 2006; **40**: 299–317.

- 57 Wang See C, Kim T, Zhu D. Hernia Mesh and Hernia Repair: A Review. *Eng Regen* 2020; **1**: 19–33.
- 58 Lorenz R. Ambulante und stationäre Hernienchirurgie in Deutschland – aktueller Stand. Available from: https://www.herniamed.de/sites/default/files/chaz_2015_mai_267_275.pdf. Accessed on: 09th July 2023. 2015.
- 59 Sofi J, Nazir F, Kar I, Qayum K. Comparison between TAPP & Lichtenstein techniques for inguinal hernia repair: A retrospective cohort study. *Ann Med Surg* 2021; **72**: 103054.
- 60 Farell Rivas J, Ruiz-Funes Molina AP, Meza Carmona J. Transabdominal preperitoneal (TAPP) inguinal hernia repair: how we do it. *Ann Laparosc Endosc Surg* 2021; **6**: 12–12.
- 61 Sultan AAEA, Abo Elazm HA, Omran H. Lichtenstein versus transabdominal preperitoneal (TAPP) inguinal hernia repair for unilateral non recurrent hernia: A multicenter short term randomized comparative study of clinical outcomes. *Ann Med Surg* 2022; **76**. DOI:10.1016/j.amsu.2022.103428.
- 62 Grant AM and C EU Hernia Trialists. Laparoscopic versus open groin hernia repair: meta-analysis of randomised trials based on individual patient data. *Hernia* 2002; **6**: 2–10.
- 63 Memon MA and C NJ and Memon, B and Memon, MI and Abrams, KR. Meta-analysis of randomized clinical trials comparing open and laparoscopic inguinal hernia repair. *Br J Surg* 2003; **90**: 1479–92.
- 64 Schmedt CG and S S and Bittner, R. Comparison of endoscopic procedures vs Lichtenstein and other open mesh techniques for inguinal hernia repair: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Surg Endosc* 2005; **19**: 188–99.
- 65 Aasvang EK, Gmaehle E, Hansen JB, *et al*. Predictive risk factors for persistent postherniotomy pain. *Anesthesiology* 2010; **112**: 957–69.
- 66 O'Dwyer PJ and A A and McConnachie, A. Groin hernia repair: postherniorrhaphy pain. *World J Surg* 2005; **29**: 1062–5.
- 67 Loos MJ and R RM and Scheltinga, MR. Classifying post-herniorrhaphy pain syndromes following elective inguinal hernia repair. *World J Surg* 2007; **31**: 1760–5.
- 68 Anadol ZA and E E and Taneri, F and Tekin, E. Outcome and cost comparison of laparoscopic transabdominal preperitoneal hernia repair versus Open Lichtenstein technique. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2004; **14**: 159–63.
- 69 Hamza Y and G E and Hammadi, H and Khalil, R. Four-arm randomized trial comparing laparoscopic and open hernia repairs. *Int J Surg* 2010; **8**: 25–8.
- 70 Salma U and A I and Ishtiaq, S. A comparison of post-operative pain and hospital stay between Lichtenstein's repair and Laparoscopic Transabdominal Preperitoneal (TAPP) repair of inguinal hernia: A randomized controlled trial. *Pak J Med Sci* 2015; **31**: 1062–6.
- 71 Scheuermann U, Niebisch S, Lyros O, Jansen-Winkel B, Gockel I. Transabdominal Preperitoneal (TAPP) versus Lichtenstein operation for primary inguinal hernia repair – A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Surg* 2017; **17**: 55.

- 72 Wake BL, McCormack K, Fraser C, Vale L, Perez J, Grant AM. Transabdominal preperitoneal (TAPP) vs totally extraperitoneal (TEP) laparoscopic techniques for inguinal hernia repair. *Cochrane Database Syst Rev* 2005; **2005**: CD004703.
- 73 Heikkinen TJ and H K and Hulkko, A. A cost and outcome comparison between laparoscopic and Lichtenstein hernia operations in a day-case unit. A randomized prospective study. *Surg Endosc* 1998; **12**: 1199–203.
- 74 Köninger JS and O M and Butters, M and Köninger, J and Redecke, J and Butters, M. Management of inguinal hernia—a comparison of current methods. *Chirurg* 1998; **69**: 1340–4.
- 75 Butters M and R J and Köninger, J. Long-term results of a randomized clinical trial of Shouldice, Lichtenstein and transabdominal preperitoneal hernia repairs. *Br J Surg* 2007; **94**: 562–5.
- 76 Lowham AS and F CJ and RJ, Jr, Fitzgibbons and Stoppa, R and Wantz, GE and Felix, EL and Crafton, WB. Mechanisms of hernia recurrence after preperitoneal mesh repair. *Tradit Laparosc Ann Surg* 1997; **225**: 422–31.
- 77 Bittner R and S CG and Schwarz, J and Kraft, K and Leibl, BJ. Laparoscopic transperitoneal procedure for routine repair of groin hernia. *Br J Surg* 2002; **89**: 1062–6.
- 78 Tamme C and S H and Hampe, C and Schneider, C and Köckerling, F. Totally extraperitoneal endoscopic inguinal hernia repair (TEP). *Surg Endosc* 2003; **17**: 190–5.
- 79 Weiser TG, Haynes AB, Molina G, *et al*. Estimate of the global volume of surgery in 2012: an assessment supporting improved health outcomes. *Lancet Lond Engl* 2015; **385 Suppl 2**: S11.
- 80 Smilowitz NR, Gupta N, Guo Y, Beckman JA, Bangalore S, Berger JS. Trends in cardiovascular risk factor and disease prevalence in patients undergoing non-cardiac surgery. *Heart Br Card Soc* 2018; **104**: 1180–6.
- 81 Smilowitz NR, Gupta N, Ramakrishna H, Guo Y, Berger JS, Bangalore S. Perioperative Major Adverse Cardiovascular and Cerebrovascular Events Associated With Noncardiac Surgery. *JAMA Cardiol* 2017; **2**: 181–7.
- 82 Goldman L, Caldera DL, Nussbaum SR, *et al*. Multifactorial index of cardiac risk in noncardiac surgical procedures. *N Engl J Med* 1977; **297**: 845–50.
- 83 Lee TH, Marcantonio ER, Mangione CM, *et al*. Derivation and prospective validation of a simple index for prediction of cardiac risk of major noncardiac surgery. *Circulation* 1999; **100**: 1043–9.
- 84 Gupta PK, Gupta H, Sundaram A, *et al*. Development and validation of a risk calculator for prediction of cardiac risk after surgery. *Circulation* 2011; **124**: 381–7.
- 85 Bilimoria KY, Liu Y, Paruch JL, *et al*. Development and evaluation of the universal ACS NSQIP surgical risk calculator: a decision aid and informed consent tool for patients and surgeons. *J Am Coll Surg* 2013; **217**: 833-842.e1-3.
- 86 Hlatky MA. A brief self-administered questionnaire to determine functional capacity (the Duke Activity Status Index). *Am J Cardiol* 1989; **64**: 651–4.
- 87 Davis C, Tait G, Carroll J, Wijeyesundera DN, Beattie WS. The Revised Cardiac Risk Index in the new millennium: a single-centre prospective cohort re-evaluation of the original

- variables in 9,519 consecutive elective surgical patients. *Can J Anaesth J Can Anesth* 2013; **60**: 855–63.
- 88 Botto F, Alonso-Coello P, Chan MTV, *et al.* Myocardial injury after noncardiac surgery: a large, international, prospective cohort study establishing diagnostic criteria, characteristics, predictors, and 30-day outcomes. *Anesthesiology* 2014; **120**: 564–78.
- 89 Members AF, Brignole M, Auricchio A, *et al.* 2013 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy: the Task Force on cardiac pacing and resynchronization therapy of the European Society of Cardiology (ESC). Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association (EHRA). *Eur Heart J* 2013; **34**: 2281–329.
- 90 Fleisher LA, Fleischmann KE, Auerbach AD, *et al.* 2014 ACC/AHA guideline on perioperative cardiovascular evaluation and management of patients undergoing noncardiac surgery: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2014; **64**: e77-137.
- 91 Landesberg G and B WS and Mosseri, M and Jaffe, AS and Alpert, JS. Perioperative myocardial infarction. *Circulation* 2009; **119**: 2936–44.
- 92 Biccard BM and R RN. The pathophysiology of peri-operative myocardial infarction. *Anaesthesia* 2010; **65**: 733–41.
- 93 Kristensen SD. 2014 ESC/ESA guidelines on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management: The Joint Task Force on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Anaesthesiology (ESA. *Eur Heart J* 2014; **35**: 2383–431.
- 94 Cao D, Chandiramani R, Capodanno D, *et al.* Non-cardiac surgery in patients with coronary artery disease: risk evaluation and periprocedural management. *Nat Rev Cardiol* 2021; **18**: 37–57.
- 95 Akata T. General anesthetics and vascular smooth muscle: direct actions of general anesthetics on cellular mechanisms regulating vascular tone. *Anesthesiology* 2007; **106**: 365–91.
- 96 Guay J. Neuraxial blockade for the prevention of postoperative mortality and major morbidity: an overview of Cochrane systematic reviews. *Cochrane Database Syst Rev* 2014; **1**, **CD010108**.
- 97 Guay J and K S. Epidural pain relief versus systemic opioid-based pain relief for abdominal aortic surgery. *Cochrane Database Syst Rev* 2016; **1**, **CD005059**.
- 98 Thygesen K. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018). *Eur Heart J* 2019; **40**: 237–69.
- 99 Wijnberge M. Effect of a machine learning-derived early warning system for intraoperative hypotension vs standard care on depth and duration of intraoperative hypotension during elective noncardiac surgery: the HYPE randomized clinical trial. *JAMA* 2020; **323**: 1052–60.
- 100 Blessberger H, Kammler J, Domanovits H, *et al.* Perioperative beta-blockers for preventing surgery-related mortality and morbidity. *Cochrane Database Syst Rev* 2014; : CD004476.

- 101 Bangalore S, Wetterslev J, Pranesh S, Sawhney S, Gluud C, Messerli FH. Perioperative beta blockers in patients having non-cardiac surgery: a meta-analysis. *Lancet Lond Engl* 2008; **372**: 1962–76.
- 102 Devereux L and M D and Cunningham, SJ and McKnight, M. How important are lateral cephalometric radiographs in orthodontic treatment planning? *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2011; **139**: 175–81.
- 103 Maron DJ, Fazio S, Linton MF. Current perspectives on statins. *Circulation* 2000; **101**: 207–13.
- 104 Lindenauer PK, Pekow P, Wang K, Gutierrez B, Benjamin EM. Lipid-lowering therapy and in-hospital mortality following major noncardiac surgery. *JAMA* 2004; **291**: 2092–9.
- 105 Berwanger O, Le Manach Y, Suzumura EA, *et al.* Association between pre-operative statin use and major cardiovascular complications among patients undergoing non-cardiac surgery: the VISION study. *Eur Heart J* 2016; **37**: 177–85.
- 106 London MJ, Schwartz GG, Hur K, Henderson WG. Association of Perioperative Statin Use With Mortality and Morbidity After Major Noncardiac Surgery. *JAMA Intern Med* 2017; **177**: 231–42.
- 107 Roshanov PS, Rochweg B, Patel A, *et al.* Withholding versus Continuing Angiotensin-converting Enzyme Inhibitors or Angiotensin II Receptor Blockers before Noncardiac Surgery: An Analysis of the Vascular events In noncardiac Surgery patients cOhort evaluation Prospective Cohort. *Anesthesiology* 2017; **126**: 16–27.
- 108 Hollmann C, Fernandes NL, Biccard BM. A Systematic Review of Outcomes Associated With Withholding or Continuing Angiotensin-Converting Enzyme Inhibitors and Angiotensin Receptor Blockers Before Noncardiac Surgery. *Anesth Analg* 2018; **127**: 678–87.
- 109 Fleisher LA, Fleischmann KE, Auerbach AD, *et al.* 2014 ACC/AHA guideline on perioperative cardiovascular evaluation and management of patients undergoing noncardiac surgery: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation* 2014; **130**: 2215–45.
- 110 Sweitzer B. Perioperative Evaluation and Optimization of Patients at Risk of Cardiac Complications for Non-Cardiac Surgery. *Mo Med* 2016; **113**: 320–4.
- 111 Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, *et al.* 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J* 2023; **44**: 3720–826.
- 112 Reginelli JP, Mills RM. Non-cardiac surgery in the heart failure patient. *Heart* 2001; **85**: 505–7.
- 113 Pasternack PF, Imparato AM, Bear G, *et al.* The value of radionuclide angiography as a predictor of perioperative myocardial infarction in patients undergoing abdominal aortic aneurysm resection. *J Vasc Surg* 1984; **1**: 320–5.
- 114 Pedersen T, Kelbaek H, Munck O. Cardiopulmonary complications in high-risk surgical patients: the value of preoperative radionuclide cardiography. *Acta Anaesthesiol Scand* 1990; **34**: 183–9.
- 115 Prasada S, Desai MY, Saad M, *et al.* Preoperative Atrial Fibrillation and Cardiovascular Outcomes After Noncardiac Surgery. *J Am Coll Cardiol* 2022; **79**: 2471–85.

- 116Schleifer JW, Ramakrishna H. Perioperative atrial fibrillation: a systematic review of evolving therapeutic options in pharmacologic and procedural management. *Ann Card Anaesth* 2015; **18**: 565–70.
- 117Fleisher LA. 2014 ACC/AHA guideline on perioperative cardiovascular evaluation and management of patients undergoing noncardiac surgery: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2014; **64**: 77–137.
- 118Hindricks G, Potpara T, Dagres N, *et al.* 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J* 2021; **42**: 373–498.
- 119Misra S. Systemic hypertension and non-cardiac surgery. *Indian J Anaesth* 2017; **61**: 697–704.
- 120Varga Z, Sabzwari SRA, Vargova V. Cardiovascular Risk of Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs: An Under-Recognized Public Health Issue. *Cureus* 2017; **9**: e1144.
- 121Mehdi Z, Birns J, Partridge J, Bhalla A, Dhese J. Perioperative management of adult patients with a history of stroke or transient ischaemic attack undergoing elective non-cardiac surgery. *Clin Med Lond Engl* 2016; **16**: 535–40.
- 122Burger W and C JM and Kneissl, GD and Rucker, G. Low-dose aspirin for secondary cardiovascular prevention – cardiovascular risks after its perioperative withdrawal versus bleeding risks with its continuation – review and meta-analysis. *J Intern Med* 2005; **257**: 399–414.
- 123Weimar C and C D and Sha, N and Sacco, RL and Bath, PM and Weber, R and Diener, HC. Discontinuation of antiplatelet study medication and risk of recurrent stroke and cardiovascular events: results from the PROFESS study. *Cerebrovasc Dis* 2013; **35**: 538–43.
- 124Baron TH and K PS and McBane, RD. Management of antithrombotic therapy in patients undergoing invasive procedures. *N Engl J Med* 2013; **368**: 2113–224.
- 125Alrezk R and J N and Al Rezk, M. Derivation and validation of a geriatric-sensitive perioperative cardiac risk index. *J Am Heart Assoc* 2017; **6**: 006648.
- 126Dakik HA and C O and Eldirani, M. A new index for pre-operative cardiovascular evaluation. *J Am Coll Cardiol* 2019; **73**: 3067–78.
- 127Wolters U and W T and Stützer, H and Schröder, T. ASA classification and perioperative variables as predictors of postoperative outcome. *Br J Anaesth* 1996; **77**: 217–22.
- 128Ford MK and B WS and Wijeyesundera, DN. Systematic review: prediction of perioperative cardiac complications and mortality by the revised cardiac risk index. *Ann Intern Med* 2010; **152**: 26–35.
- 129Köckerling F, Jacob D, Grund S, Schug-Paß C. Prinzipien der minimalinvasiven Chirurgie bei Hernien. *Allg Visz Up2date* 2012; **6**: 83–93.
- 130Shah S, Marsh H, Khan MS, Shah A, Madaan S. Urological complications of inguinal hernia surgery. *Scott Med J* 2013; **58**: 119–23.

- 131 Turrentine FE and S MW and Jones, RS. Congestive Heart Failure and Noncardiac Operations: Risk of Serious Morbidity, Readmission, Reoperation, and Mortality. *J Am Coll Surg* 2016; **222**: 1220–9.
- 132 Lee CH and C YT and Cheng, CF and Wu, JC and Yin, WY and Chen, JH. Risk factors for contralateral inguinal hernia repair after unilateral inguinal hernia repair in male adult patients: analysis from a nationwide population based cohort study. *BMC Surg* 2017; **17**: 106.
- 133 Mekaj YH, Mekaj AY, Duci SB, Miftari EI. New oral anticoagulants: their advantages and disadvantages compared with vitamin K antagonists in the prevention and treatment of patients with thromboembolic events. *Ther Clin Risk Manag* 2015; **11**: 967–77.
- 134 Blann A. Non-Vitamin K Oral Anticoagulants (NOACs) A Review of Clinical Management and Laboratory Issues. *Curr Vasc Pharmacol* 2016; **14**: 220–36.
- 135 Yoon H-Y, Song T-J, Yee J, Park J, Gwak H-S. Association between Genetic Polymorphisms and Bleeding in Patients on Direct Oral Anticoagulants. *Pharmaceutics* 2022; **14**: 1889.
- 136 Columbo JA and L AJ and Sundling, RA and Chauhan, NB and Bessen, SY and Linshaw, DL. A Meta-analysis of the Impact of Aspirin, Clopidogrel, and Dual Antiplatelet Therapy on Bleeding Complications in Noncardiac Surgery. *Ann Surg* 2018; **267**: 1–10.
- 137 Li J and W M and Cheng, T. The safe and risk assessment of perioperative antiplatelet and anticoagulation therapy in inguinal hernia repair, a systematic review. *Surg Endosc* 2019; **33**: 3165–76.
- 138 Liedtke JP and A I. Antithrombozytäre Therapie und Antikoagulation bei Patienten mit koronarer Herzerkrankung. *DMW - Dtsch Med Wochenschr* 2021; **146**: 1041–50.
- 139 Zeb MH and P TK and Khatib, MM and Naik, ND and Chandra, A and Morris, DS. Risk factors for postoperative hematoma after inguinal hernia repair: an update. *J Surg Res* 2016; **205**: 33–7.
- 140 Balch JA and N D and Crippen, C and Johnson-Mann, CN and Read, TE and Loftus, TJ. Safety of laparoscopic inguinal hernia repair in the setting of antithrombotic therapy. *Surg Endosc* 2022; **36**: 9011–8.
- 141 Aiolfi A and C M and del, Ferraro S and Manfredini, L and Bonitta, G and Bruni, PG. Treatment of Inguinal Hernia. *Ann Surg* 2021; **274**: 954–61.
- 142 Hill DA and S M and Castellano, MR. Is the Perioperative Continuation of Antiplatelet Therapy Safe for Elective Hernia Surgery? *Am Surg* 2019; **85**: 303–5.
- 143 Hada G and Z S and Song, Y and Jaiswar, M and Xie, Y and Jian, F. Safety of Inguinal Hernia Repair in the Elderly with Perioperative Continuation of Antithrombotic Therapy. *Visc Med* 2021; **37**: 315–22.
- 144 Staerkle RF and H H and Köckerling, F and Adolf, D and Bittner, R and Kirchhoff, P. Does coagulopathy, anticoagulant or antithrombotic therapy matter in incisional hernia repair? Data from the Herniated Registry. *Surg Endosc* 2018; **32**: 3881–9.
- 145 Köckerling F and R C and Adolf, D and Schug-Pass, C and Jacob, D. Has endoscopic (TEP, TAPP) or open inguinal hernia repair a higher risk of bleeding in patients with coagulopathy or antithrombotic therapy? Data from the Herniated Registry. *Surg Endosc* 2016; **30**: 2073–81.

6 ANHANG

6.1 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Nyhus-Klassifikation (Nyhus, 1993).....	9
--	---

7 VORABVERÖFFENTLICHUNGEN VON ERGEBNISSEN