

# **UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF**

Zentrum für Herz- und Gefäßzentrum, Klinik für Gefäßmedizin

Direktor der Einrichtung  
Prof. Dr.med. E. Sebastian Debus

## **Korrelation der Operationszeit zur Komplikationsrate nach offenen gefäßchirurgischen Eingriffen und endovaskulärer Intervention**

### **Dissertation**

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
an der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

vorgelegt von:

Corneliu Lisii  
aus Moldawien

Hamburg 2022

**Angenommen von der Medizinischen Fakultät am: 22.08.2022**

**Veröffentlicht mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.**

**Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: PD Dr. Uta Hanning**

**Prüfungsausschuss, zweite/r Gutachter/in: Prof. Dr. Eike Sebastian Debus**

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
1. Einleitung	6
1.1 Problembeschreibung: Korrelation Operationszeit – Komplikationsrate bei gefäßchirurgischen Eingriffen	6
1.2 Zielsetzung	9
2 Patienten und Methoden	10
2.1 Datenerfassung	10
2.2 Carotiseingriffe	14
2.3 Aorteneingriffe	18
2.4 Interventionelle Therapie bei pAVK	23
2.5 Offene Therapie bei pAVK	28
3 Ergebnisse	32
3.1 Carotiseingriffe	32
3.1.1 Komplikationsrate bei Carotiseingriffen	32
3.1.2 Eingriffszeit Analyse bei Carotiseingriffen	34
3.1.3 Postoperative stationäre Aufenthaltsdauer bei Carotiseingriffen	41
3.1.4 Korrelation zwischen Operationsdauer und Krankenhausaufenthaltsdauer, Carotiseingriffe	42
3.2 Aorteneingriffe	43
3.2.1 Komplikationen bei endovaskulären Aorteneingriffen	43
3.2.2 Komplikationen bei den offenen Aorteneingriffen	45
3.2.3 Eingriffszeit Analyse bei den Aorteneingriffen	45
3.2.4 Postoperative stationäre Aufenthaltsdauer bei endovaskulären Aorteneingriffen	50
3.2.5 Korrelation zwischen Operationsdauer und Krankenhausaufenthaltsdauer, EVAR	51
3.3 Interventionelle Therapie bei pAVK	52

3.3.1	Komplikationsrate, interventionelle Therapie bei pAVK	52
3.3.2	Eingriffszeit Analyse bei endovaskulärer Therapie bei pAVK	55
3.3.3	Postinterventionelle stationäre Aufenthaltsdauer bei endovaskulärer Versorgung der pAVK.	62
3.3.4	Korrelation zwischen Operationsdauer und Krankenhausaufenthaltsdauer, interventionelle Therapie bei pAVK	63
3.4	Offene Therapie bei pAVK	64
3.4.2	Komplikationsrate, offene Eingriffe bei pAVK	64
3.4.3	Eingriffszeit Analyse, offene Eingriffe bei pAVK.	67
3.4.4	Postoperative stationäre Aufenthaltsdauer bei offener Therapie der pAVK	74
3.4.5	Korrelation zwischen Operationsdauer und Krankenhausaufenthaltsdauer, offene Therapie bei pAVK	75
3.5	Gesamtkrankengut	76
3.5.1	Eingriffszeit Analyse im gesamten gefäßchirurgischen Krankengut	76
3.5.2	Eingriffszeit Bewertung nach Komplikationen-Typ, Gesamtkrankengut	79
3.5.3	Krankenhausaufenthaltsdauer im Gesamtkrankengut	81
3.5.4	Korrelation zwischen Operationsdauer und Krankenhausaufenthaltsdauer, Gesamtkrankengut	82
4	Diskussion	83
4.1	Carotiseingriffe	84
4.2	Aorteneingriffe	86
4.3	endovaskuläre Therapie bei pAVK	91
4.4	offene Therapie bei pAVK	94
4.5	Gesamtkrankengut	97
5	Schlussfolgerung	100
6	Zusammenfassung	103

7. Literaturverzeichnis	107
8. Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	112
9. Danksagung	115
10. Lebenslauf	116
11. Eidesstattliche Versicherung	117

## **1. Einleitung**

### **1.1 Problembeschreibung: Korrelation Operationszeit – Komplikationsrate bei gefäßchirurgischen Eingriffen**

In der vorliegenden Arbeit sollte überprüft werden, ob bei häufigen gefäßchirurgischen Eingriffen (Carotis, Aorta, periphere arterielle Verschlusskrankheit – pAVK) die postoperative Komplikationsrate mit der Dauer der Operationszeit assoziiert ist. Diese Frage ist bei verschiedenen allgemeinchirurgischen Eingriffen untersucht worden (Poles et al., 2018), (Ravi et al., 2019). Dabei ist nicht geklärt, ob die Operationszeit direkt die Komplikationsrate beeinflusst oder ob sie nicht vielmehr nur ein Ausdruck für die Schwierigkeit des lokalen Befundes und Komplexität des Eingriffs ist.

In der Metaanalyse von Cheng et al (2018) wurde die Korrelation zwischen Operationszeit und Infektionsrate postoperativer Wunden untersucht. Es sind 81 prospektive und retrospektive Studien aus mehreren Fachgebieten wie Allgemein Chirurgie, Gynäkologie, Neurochirurgie, Orthopädie und andere analysiert worden. Die Operationszeiten wurden nach Fachgebiet aufgeschlüsselt und die jeweiligen Cut-off Zeiten bestimmt. Hierzu wurden die Infektionsraten zu einer ansteigenden Operationsdauer in Beziehung gesetzt. Es konnte eine statistisch signifikante Korrelation zwischen der Höhe der Wundinfektionsrate und einer längeren Operationsdauer in allen Fachgebieten beobachtet werden. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass Eingriffe mit einer Wundkomplikation im Vergleich zu denen ohne Komplikation im Mittel 30 Min länger dauerten, (Cheng et al., 2018).

Perri et al. (2017) haben Faktoren, die mit der Operationszeit und dem postoperativen Ergebnis nach Carotisendarteriektomie (CEA) in Beziehung standen, analysiert. Basis war das Register der Vascular Quality Initiative (VQI) der Jahren 2012 bis 2015 (26,327 Eingriffe aus 249 Zentren). Retrospektiv wurde geprüft, welchen Einfluss Patientenfaktoren, Operateur und Operation als solche auf der Operationszeit haben und in welchen spezifischen Komplikationen dies resultiert. Die Analyse zeigte, dass Patient-bezogene Faktoren für 17 % der Eingriffszeit Variabilität verantwortlich waren, Prozedur-abhängige Faktoren für 44 % und Chirurgen-assoziierte Faktoren für 39 % der Variabilität. Eine längere

Operationszeit resultierte in einer erhöhten Rate an Major Adverse Events (MAEs) ( $p < 0,001$ ). Die kardialen Komplikationen waren mit der Länge der Eingriffszeit assoziiert ( $p < 0,001$ ), aber nicht abhängig vom Fallaufkommen des Chirurgen. Die technischen Komplikationen waren hingegen zum jährlichen Fallaufkommen des Operateurs zu korrelieren, mit höherer Komplikationsrate bei niedrigerem Fallaufkommen ( $p < 0,001$ ). Eine Beziehung zwischen Operationszeit und technischen Komplikationen bestand nicht (Perri et al., 2017).

Aziz et al. (2016) untersuchte ebenfalls die Beziehung zwischen Operationszeit und Komplikationen. Sie analysierten retrospektiv das Register des American College of Surgeons 2005 – 2007 mit 10,423 Patienten mit Carotis-Endarteriektomie. Das Kollektiv wurde in 2 Gruppen eingeteilt, je nachdem, ob die Eingriffe länger oder kürzer als 140 min dauerten. Die 30-Tage-Letalität war in der Gruppe mit längerer Operationszeit signifikant erhöht (1,3 % vs. 0,7 %,  $p = 0,013$ ). Länger-dauernde Eingriffe waren häufiger mit einem verlängerten stationären Aufenthalt von mehr als 7 Tagen assoziiert (12,7 % vs. 8,1 %,  $p < 0,001$ ). Weitere Faktoren, die die Operationszeiten und das Outcome beeinflussten, waren Patientenalter unter 65 Jahre, männliches Geschlecht, Herzinfarkt in der Anamnese, erhöhter ASA-Score sowie die Präsenz von Assistenzärzten (Aziz et al., 2016).

Almorza et al. (2020) werteten retrospektiv die Daten von 249 Patienten nach infragenualen Bypass-Operationen der Jahre 2008 bis 2018 aus. Länger-dauernde Eingriffe hatten eine erhöhte postoperative Komplikationsrate sowie einen größeren Pflegebedarf bei der Entlassung. Mit jeder zusätzlichen 30 Minuten Operationszeit stieg die Komplikationsrate signifikant an (OR (Odds Ratio) 1,123, 95 % – KI 1,033 – 1,265). Darüber hinaus zeigte sich eine erhöhte Major-Amputationsrate bei länger-dauernden-Eingriffen im 1-Jahr Follow-Up, OR 1,20 (95 % – KI 1,036 – 1,393). Die Letalität war ebenfalls erhöht (OR 1,125, 95% – KI 0,999 – 1,268), jedoch statistisch nicht signifikant (Almorza et al., 2020).

Berge et al. (2007) haben in einer retrospektiven Analyse von 1041 Patienten beobachtet, dass in der Zeitraum 1983 – 2002 die Operationszeiten bei Versorgung des Bauchortenaneurysma länger geworden sind. Sie erklärten dies damit, dass für das offene Vorgehen zunehmend nur die ungünstigen anatomischen Befunde in Fragen kommen. Bei dem Vergleich der Operationszeiten von offenem und

endovaskulärem Vorgehen muss dieser Aspekt berücksichtigt werden (Berge et al., 2007).

Eine häufig vertretene Meinung ist, dass bei längerer Operationsdauer eine erhöhte Komplikationsrate zu erwarten ist. Die aktuelle Datenlage beschreibt zwar einen negativen Zusammenhang zwischen Länge der Eingriffszeit und dem postoperativen Verlauf, jedoch wird in der Literatur nur sehr selten zum Lokalbefund und damit zu technischen Schwierigkeiten, die den Eingriff verlängern Stellung genommen. Es wird demnach nicht differenziert, inwiefern die Operationszeit lediglich ein Marker für die Schwere des lokalen Befundes ist. Diese Frage sollte in der vorliegenden Untersuchung ebenfalls nachgegangen werden.

Des Weiteren liegen nur wenige Untersuchungen zu spezifischen Eingriffen vor, die Mehrzahl der Untersuchungen bezieht sich auf Operationen für ausgewählte Krankheitsbilder und subsumiert damit verschiedenen Techniken. Dieser Einwand sollte in der vorliegenden Untersuchung dadurch umgangen werden, dass in dieser Erhebung die Eingriffe vor Auswertung sehr präzise definiert wurden.

Im Gebiet der Gefäßchirurgie stellt sich durch die rasante Entwicklung der endovaskulären Techniken der letzten Jahre die Frage, inwieweit die Operationszeit bei endovaskulärem und offenem Vorgehen die Operationskosten beeinflusst. Der Operationsaal gilt neben der Intensivstation als der teuerste Krankenhausbereich. Unter ökonomischen Gesichtspunkten könnte demnach bei Behandlungsalternativen dem schnelleren Operationsverfahren der Vorzug gegeben werden. Es ist demnach essenziell, Vergleichsdaten zum offenen und endovaskulären Vorgehen zu gewinnen, an ihnen mangelt es. Diese Daten zu erheben, war ein weiteres Ziel der vorliegenden Untersuchung.

## **1.2 Zielsetzung**

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Operationszeiten für Carotisendarteriektomie (CEA), die endovaskuläre Versorgung des Bauchaorten-Aneurysmas (EVAR), perkutane Interventionen (PTA) und offene Operationen bei peripherer arterieller Verschlusskrankheit (pAVK) zu erfassen. Die durchschnittlichen Operationszeiten sollten bestimmt werden und es sollte geklärt werden, inwieweit ein Zusammenhang zwischen der Länge der Operationszeit und der perioperativen Komplikationsrate nach 30 Tagen besteht. Da die gefäßchirurgischen Patienten ein Krankengut darstellen, das aufgrund der Progression des Leidens sehr häufig Re-Eingriffen unterworfen ist, wurde in dieser Untersuchung zusätzlich erstmalig überprüft, ob die Operationszeiten auch einen Hinweis auf die Komplikationsrate im Langzeit-Verlauf nach 1 Jahr postoperativ geben. Darüber hinaus wurde die Korrelation zwischen stationärer Aufenthaltsdauer und Länge der Operationszeit sowie Komplikationsrate untersucht.

## 2 Patienten und Methoden

### 2.1 Datenerfassung

Die Arbeit stellt eine retrospektive Beobachtungsstudie an der Marienhospital Osnabrück, Niels-Stensen-Kliniken dar. Insgesamt wurden 1037 gefäßchirurgische Eingriffe registriert, ausgewertet werden konnten 982 Eingriffe. Die Daten sind gemäß den Datenschutz-Leitlinien in der Klinik registriert und ausgewertet worden, alle Patienten haben ihr Einverständnis zur Datenauswertung gegeben.

Die Eingriffe wurden einer Liste mit allen aufgenommenen Patienten nach ICD Code I70.22 – 25/ I65.2/ I71.4 – 5 in einem Zeitraum von 3 Jahren 2016 – 2018 entnommen. Um die geplanten Fallzahlen zu erreichen, wurden für Aorten Eingriffe zusätzlich alle Fälle aus dem Zeitraum 04/2015 – 12/2018 und für Carotis Eingriffe alle aus dem Zeitraum 11/2015 – 06/18 erfasst. Die interventionellen Eingriffe wurden in der Abteilung für Interventionelle Radiologie in den Jahren 2016 – 2018 durchgeführt und nach dem Zufallsprinzip ausgewählt.

Es wurden 4 Kategorien von Eingriffen untersucht:

- Carotis Operationen (n = 287),
- Aorten Eingriffe (n = 200),
- Interventionelle Eingriffe bei pAVK (n = 395),
- Offene Operationen bei pAVK (n = 100).

Ausgeschlossen wurden:

- rupturierte Aortenaneurysmen (n = 15),
- Patienten mit fehlendem Follow-up und solche, die telefonisch nicht kontaktiert werden konnten (n = 22),
- Patienten älter als 100 Jahre,
- Diagnostische Angiographien,
- Hochkomplexe, seltene Rezidiv-Eingriffe, die nicht repräsentativ für die Standard-Operationen waren.

Für die Eingriffe wurden Diagnosen, Nebendiagnosen, klinische Daten, und medikamentöse Behandlung aus Entlassungsbrief und Anamnesebogen entnommen. Die Operationen und Interventionen wurden anhand der Operationsberichte ausgewertet und klassifiziert. Die Eingriffszeiten wurden aus OP-Protokoll oder Anästhesie-Protokoll übernommen.

Um die Interventionszeiten genau definieren zu können, wurde für die Interventionen die Eingriffszeit anhand des Zeitraums von erstem bis zum letzten Bild der Angiographie berechnet. Wir haben uns für diese Methode entschieden, da in unserer Klinik nach jeder Angioplastie als Standard eine Kontrollangiographie durchgeführt wird.

Für die Operationen wurden die Schnitt-Naht und Säulenzeit als Kerndaten registriert. Für die Bewertung haben wir die Schnitt-Naht Zeit als Eingriffszeit betrachtet.

Die Komplikationen sind wie folgt klassifiziert worden:

- Komplikationen im stationären Aufenthalt bis zur Entlassung.
- Komplikationen bei Wiederaufnahme des Patienten innerhalb 30 Tagen nach Operation.
- Komplikationen, die während des stationären Aufenthaltes oder bei Wiederaufnahme des Patienten innerhalb 30 Tagen postoperativ gesehen wurden, sind als perioperative Komplikationen bezeichnet. Für die Operationszeit-Analyse wurden ausschließlich der perioperativen Komplikationen gewertet.
- Als Spätkomplikationen wurden alle Komplikationen definiert, die mehr als 30 Tage nach OP oder bis zu einem Jahr nach Intervention/Operation auftraten. Perioperativ verstorbene Patienten konnten zwangsläufig nicht nachuntersucht werden, die Zahl der Patienten im Follow-up ist in solchen Fällen kleiner als das ursprüngliche Kollektiv.
- Des Weiteren wurden perioperative und Spätkomplikationen als kumulative Komplikationen zusammengefasst.

- Unter chirurgische Komplikationen wurden Embolien, Gefäßverschlüsse, Blutungen, Wundheilungsstörungen, Reoperationen des Zielgefäßes, Amputationen oder mit der Operation verbundener Tod verstanden.
- Die allgemeinen Komplikationen umfassten alle anderen Komplikationen, wie Herzinfarkt, Schlaganfall, Pneumonie, ischämische Kolitis, Larynxödem, hypertensive Entgleisungen und andere.

Die Komplikationen wurden folgenden Akten entnommen: Entlassungsbrief / Ambulanzbrief / Berichte zu Untersuchungen, Diagnosen, Befunden von unseren sowie von anderen Abteilungen aus unserem Haus.

Falls bis zu einem Jahr nach Operation / Intervention keine weiteren Kontrollen in unserem Haus erfolgten, wurden die Patienten telefonisch kontaktiert. Sie wurden nach auswärtigen ambulanten Kontrollen befragt sowie anhand des durchgeführten Eingriffs und seiner Symptomatologie nach Claudicatio-Beschwerden (pAVK) bzw. nach neurologischen oder kardiologischen (Carotis Intervention) und sonographischen Kontrollen (Aorteneingriffe) befragt. Darüber hinaus wurden alle Patienten nach anderen akuten Erkrankungen, Problemen mit der OP oder Schlaganfällen, Herzinfarkten, Amputationen für den untersuchten Zeitraum befragt. Für die endovaskulären Aorten Eingriffen wurde nur die CT- oder die duplexsonographischen Befunde akzeptiert. Für die Spätkomplikationen haben wir einen maximalen Zeitraum von bis zu 1,5 Jahren nach dem Eingriff festgelegt.

Die Komplikationen (perioperative, späte und kumulative Komplikationen) wurden mithilfe von T-Test (Welch´s) oder Anova bezüglich der Korrelation zu der Operationszeit sowie auf statistische Signifikanz überprüft. Die Korrelation der Operationszeit zu der postoperativen Krankenhausaufenthaltsdauer wurde mit der linearen Regression analysiert. Die Patientencharakteristika wurden mit Chi-Quadrat Test untersucht.

Zusätzlich wurden alle Komplikationen in Minor- und Major- Komplikationen unterteilt. Für die Aorten- und Carotis-Eingriffe wurden explizit MACE und für die pAVK-Eingriffe MALE berechnet. Unter Majorkomplikationen befinden sich folgende Komplikationen: Re-Eingriffe, Verschluss des Ziel-Gefäßes oder Pathologien, die zu einer erheblichen Beeinträchtigung des Patienten geführt haben. Darunter finden sich auch MACE (Major Adverse Cardiovascular Events) (Herzinfarkt, Apoplex,

Tod) und MALE (Major Adverse Limb Events) (Major-Amputation und Gefäßverschluss). Alle anderen Komplikationen, die konservativ behandelt wurden oder keine erhebliche Beeinträchtigung des Patienten verursachten, wurden als Minor-Komplikationen klassifiziert.

Alle Daten wurden in Excel-Tabellen registriert. Für die statistische Bewertung wurde das Software Jamovi 1.6.3.0 und 2.2.3 angewendet.

## 2.2 Carotiseingriffe

Insgesamt wurden 284 Patienten mit offenen Carotiseingriffen (Carotisendarteriektomie, CEA) sowie 2 Patienten mit Carotis-Stents und 1 Patient mit Carotis-Subklavia-Bypass erfasst. Es handelte sich um 202 (70,4 %) Männer und 85 (29,6 %) Frauen.

Das Alter der Männer betrug im Mittel 71,6 (Median 73, Minimum 51, Maximum 93) Jahre. Bei Frauen betrug das Alter im Mittel 72,9 (Median 76, Minimum 51 und Maximum 89) Jahre. Es handelte sich um 211 (74 %) asymptomatische und 76 (26 %) symptomatische Patienten.

Im Gesamtkrankgut betrug die Rankin Skala (mRS) im Mittel 0,229 vor Operation und 0,233 nach der Operation. Der ASA-Mittelwert (American Society of Anaesthesiologists Skala) betrug 2,59 (Min 1, Max 4) und der BMI-Mittelwert (Body Mass Index) betrug 27,72 (Median 27,7; Min 17,6, Max 41,8). Im Mittel betrug der postoperative stationäre Aufenthalt 5,16 Tage (Median 5, Min 1, Max 25).

Die ausführlichen Patientencharakteristika für Männer und Frauen sind in der Tabelle 1 aufgeführt, die durchgeführten Eingriffe in der Tabelle 2 und die Begleitmedikation bei Entlassung in der Tabelle 3.

**Tabelle 1: Patientencharakteristika, Carotiseingriffe**

Parameter	Männer n = 202	Frauen n = 85	p-Wert
asymptomatische ACI- Stenose	154 (76,2 %)	57 (67,05 %)	0,856
symptomatische ACI- Stenose	48 (23,8 %)	28 (32,94 %)	0,194
Alter, Jahre, Mittelwert (Median, Min – Max)	71,6 (73; 51 – 93)	72,9 (76; 51 – 89)	–
BMI, Mittelwert (Median, Min – Max)	27,9 (27,7; 18,7 – 41,8)	27,3 (27,5; 17,6 – 37,2)	–
Hyperlipidämie	84 (41,5 %)	32 (37,6 %)	–
Diabetes mellitus	38 (18,8 %)	14 (16,4 %)	–
Arterielle Hypertonie	182 (90,0 %)	73 (85,8 %)	–
Niereninsuffizienz	46 (22,7 %)	17 (20 %)	–
Dialyse	2 (0,99 %)	0	–
KHK	67 (33,1 %)	29 (34,1 %)	–
Herzeingriffe, anamnestisch	57 (28,2 %)	27 (31,7 %)	–
Vorhofflimmern	27 (13,3 %)	9 (10,5 %)	–
COPD	15 (7,42 %)	2 (2,35 %)	0,097
Nikotinkonsum	46 (22,7 %)	12 (14,1 %)	0,057
Thromboembolische Ereignisse, anamnestisch	20 (9,9 %)	8 (9,4 %)	–
Apoplex, anamnestisch	18 (8,9 %)	7 (8,2 %)	–
Leberdysfunktion	1 (0,4 %)	0 (0 %)	–
Alkoholabusus	4 (1,9 %)	1 (1,1 %)	–

\*Anmerkungen:

- ACI – Arterie carotis interna
- Hyperlipidämie ist definiert als Gesamtcholesterin >200 mg/dl, HDL <40 mg/dl LDL-Cholesterin >120 mg/dl oder anamnestisch bekannte Hyperlipidämie/ Hypercholesterinämie
- Diabetes mellitus ist insulinpflichtig und medikamentös behandelt

- Niereninsuffizienz – Stadium III bis V nach KDOQI
- Herzeingriffe – vorhergehende Herzoperationen und Interventionen
- COPD – chronische obstruktive Lungenerkrankung
- KHK – koronare Herzkrankheit
- Leberdysfunktion – anamnestisch bekannte Lebererkrankungen oder laborchemische Leberinsuffizienz
- ASA – American Society of Anaesthesiologists Skala
- BMI – Body Mass Index.

Die Art der durchgeführten Carotiseingriffe ist in der Tabelle 2 aufgeführt. Der am häufigsten durchgeführten Eingriff war die Thrombendarteriektomie mit Patchplastik (TEA), gefolgt von Eversionsendarteriektomie (EEA). Die Eingriffe wurden überwiegend in Lokalanästhesie vorgenommen (92,3 %).

**Tabelle 2: OP-Charakteristika, Carotiseingriffe**

	Gesamt, n = 287
TEA	243 (84,7 %)
EEA	41 (14,3 %)
Carotis-Subklavia-Bypass	1 (0,3 %)
Carotis Stents	2 (0,7 %)
OP in Lokalanästhesie	265 (92,3 %)
Eingriffszeit, Minuten, Mittelwert (Median; Minimum – Maximum)	99,6 (96; 48 – 237)

Die Begleittherapie (Thrombozytenaggregationshemmung und Antikoagulation) ist in Tabelle 3 aufgeführt. Wie ersichtlich, haben 80 % der Patienten eine Aspirin-Therapie (ASS) bei Entlassung erhalten. Bei 18 Patienten wurden Aspirin mit DOAK's und bei 15 Patienten mit Phenprocoumon kombiniert.

**Tabelle 3: Begleittherapie bei Entlassung, Carotiseingriffe**

	Gesamt, n = 287
Nur Aspirin 100	230 (80,1 %)
Nur Clopidogrel 75	5 (1,7 %)
Nur Phenprocoumon	1 (0,3 %)
Nur DOAK	2 (0,7 %)
Aspirin 100 + Clopidogrel 75	15 (5,3 %)
Aspirin 100 + Phenprocoumon	15 (5,3 %)
Aspirin 100 + DOAK	18 (6,3 %)
Clopidogrel 75 + Phenprocoumon	0
Clopidogrel 75 + DOAK	0
ASS + Clopidogrel + Phenprocoumon	0
ASS + Clopidogrel + DOAK	0
Keine Antiaggregation und keine Antikoagulation	1 (0,3 %)

\*Anmerkung:

- DOAK – direkte orale Antikoagulanzen
- ASS- Aspirin 100.

### 2.3 Aorteneingriffe

Insgesamt wurden 200 Patienten mit Eingriffen der abdominellen Aorta (offen (OR) und endovaskulär (EVAR)) erfasst. Es handelte sich um insgesamt 173 Männer und 27 Frauen.

Das Alter der Männer betrug im Mittel 71,4 (Median 72, Minimum 47 und Maximum 89) Jahre. Bei Frauen betrug das Alter im Mittel 72,2 (Median 74, Minimum 54 und Maximum 86) Jahre. Es handelte sich um 180 (90 %) asymptotische, 12 (6 %) symptomatische Patienten mit Bauchortenaneurysma (BAA) und 8 Patienten, bei denen wegen einer pAVK (periphere arterielle Verschlusskrankheit) ein Aorteneingriff durchgeführt wurde.

Im Gesamtkrankengut betrug der ASA-Mittelwert 2,65 (Min 2, Max 4), der BMI-Mittelwert 27,8 (Median 27,2; Min 18,5, Max 64,9). Die Nierenwerten betragen vor Operation: Kreatinin 1,16 mg/dL (Median 1; Min 0,5, Max 8,3) und GFR 70,39 ml/Min/1,73m<sup>2</sup> (Median 72; Min 6, Max 111). Postoperativ machte das Kreatinin im Mittel 1,2 mg/dL (Median 1; Min 0,5, Max 8,3) und die GFR (glomeruläre Filtrationsrate) 70,6 ml/Min/1,73m<sup>2</sup> (Median 72; Min 6, Max 117) aus. Im Mittel betrug der postoperative stationäre Aufenthalt 7,5 Tage (Median 5, Min 1, Max 79).

Die ausführlichen Patientencharakteristika sind in der Tabelle 4 aufgeführt, die durchgeführten Eingriffe in Tabelle 5 und die Begleitmedikation bei Entlassung in Tabelle 6.

**Tabelle 4: Patientencharakteristika, Aorteneingriffe**

Parameter	Männer n = 173	Frauen n = 27	p-Wert
Alter, Jahre, Mittelwert (Median; Minimum – Maximum)	71,4 (72; 47 – 89)	72,2 (74; 54 – 86)	–
BMI, Mittelwert (Median, Min – Max)	28,0 (27,4; 18,5 – 64,9)	26,5 (25,8; 18,5 – 38,2)	–
Hyperlipidämie	79 (45,6 %)	10 (37,0 %)	–
Diabetes	22 (12,7 %)	4 (14,8 %)	–
Arterielle Hypertonie	131 (75,7 %)	22 (81,4 %)	–
Niereninsuffizienz	54 (31,2 %)	7 (25,9 %)	–
Dialyse	2 (1,15 %)	1 (3,7 %)	–
KHK	74 (42,8 %)	4 (14,8 %)	0,006
Herzeingriffe, anamnestisch	65 (37,6 %)	3 (11,1 %)	0,007
Vorhofflimmern	27 (15,6 %)	2 (7,4 %)	0,256
COPD	26 (15 %)	3 (11,1 %)	–
Nikotinkonsum	44 (25,4 %)	10 (37 %)	–
Thromboembolische Ereignisse, anamnestisch	17 (9,82 %)	3 (11,1 %)	–
Apoplex, anamnestisch	9 (5,2 %)	2 (7,4 %)	–
Leberdysfunktion	0	0	–
Alkoholabusus	3 (1,73 %)	0	–
asymptomatische BAA	159 (91,9 %)	21 (77,8 %)	0,741
symptomatische BAA	10 (5,8 %)	2 (7,4 %)	0,741
Aorteneingriff bei pAVK	4 (2,3 %)	4 (14,8 %)	–

\*Anmerkung:

- BAA – Bauchaortenaneurysmen

- Hyperlipidämie ist definiert als Gesamtcholesterin >200 mg/dl, HDL <40 mg/dl LDL-Cholesterin >120 mg/dl oder anamnestisch bekannte Hyperlipidämie/ Hypercholesterinämie
- Diabetes ist insulinpflichtig und medikamentös behandelt
- Niereninsuffizienz – Stadium III bis V nach KDOQI
- Herzeingriffe – vorhergehende Herzoperationen und Interventionen
- COPD – chronische obstruktive Lungenerkrankung
- KHK – koronare Herzkrankheit
- Leberdysfunktion – anamnestisch bekannte Lebererkrankungen oder laborchemische Leberinsuffizienz
- ASA – American Society of Anaesthesiologists Skala
- BMI – Body-Mass-Index
- GFR – glomeruläre Filtrationsrate
- Kreatinin – Kreatinin Wert im Serum
- OP – Operation.

Die Art der durchgeführten Aorteneingriffe ist in Tabelle 5 aufgeführt. Der am häufigsten durchgeführten Eingriff war die Endovaskuläre Aneurysma Ausschaltung (EVAR), n = 179, gefolgt von konventionellen AA-Operationen (OR), n = 21, sowie 8 Operationen mit Y-Prothesen-Implantation bei pAVK.

Die Eingriffszeit betrug bei EVAR im Mittel 148 Minuten (Median 125; Min 21, Max 499) und bei OR 271 Minuten (Median 272; Min 93, Max 450). Sie war damit bei OR signifikant länger als bei EVAR ( $p < 0,001$ ).

Für die endovaskulären Aorteneingriffe wurde am häufigsten ein perkutaner Zugang gewählt (53,1 %), ein offener Zugang (Cut-down) erfolgte in 26,3 % der Fälle und ein gemischter Zugang in 20,7 % (1x perkutan und 1x Cut-down).

**Tabelle 5: OP-Charakteristika, Aorteneingriffe**

	Gesamt n = 200
<b>Offene Aorten-Operationen (OR)</b>	<b>21 (10,5 %)</b>
Y Prothese biiliakal	6 (3,0 %)
Y Prothese bifemoral	11 (5,5 %)
Rohrprothese	4 (2,0 %)
<b>Endovaskuläre Eingriffe (EVAR)</b>	<b>179 (89,5 %)</b>
Standard biiliakale EVAR	144 (72,0 %)
fEVAR	11 (5,5 %)
EVAR + iliakales Sidebranch	23 (11,5 %)
Chimney	1 (0,5 %)
Bestrahlungszeit (EVAR), min, Mittelwert (Median; Min – Max)	20,5 (16,5; 2,5 – 85,1)
DFP (EVAR), cGy/cm <sup>2</sup> , Mittelwert (Median; Min – Max)	8881,3 (5216; 353 – 69277)

\*Anmerkung:

- fEVAR – fenestrierte endovaskuläre Aneurysma Ausschaltung
- DFP – Dosisflächenprodukt.

Die Thrombozytenaggregationshemmung und Antikoagulation bei Entlassung sind in Tabelle 6 aufgeführt. Wie ersichtlich haben 71 % der Patienten eine Aspirin-Therapie erhalten, 9 % Aspirin mit DOAK's und 8,5 % Aspirin mit Phenprocoumon.

**Tabelle 6: Begleittherapie bei Entlassung, Aorteneingriffe**

	Gesamt n = 200
Nur Aspirin 100	142 (71 %)
Nur Clopidogrel 75	2 (1 %)
Nur Phenprocoumon	1 (0,5 %)
Nur DOAK	1 (0,5 %)
Aspirin 100 + Clopidogrel 75	12 (6 %)
Aspirin 100 + Phenprocoumon	17 (8,5 %)
Aspirin 100 + DOAK	18 (9 %)
Clopidogrel 75 + Phenprocoumon	0
Clopidogrel 75 + DOAK	0
ASS + Clopidogrel + Phenprocoumon	1 (0,5 %)
ASS + Clopidogrel + DOAK	0
Keine Antiaggregation und keine Antikoagulation	6 (3 %)

\*Anmerkung

- DOAK – direkte orale Antikoagulanzen
- ASS- Aspirin 100.

## **2.4 Interventionelle Therapie bei pAVK**

Insgesamt wurden 398 Patienten mit endovaskulären Eingriffen bei pAVK erfasst. Es handelte sich um 245 Männer und 153 Frauen. Das Alter der Männer betrug im Mittel 66,4 (Median 67; Minimum 28 und Maximum 89) Jahre. Bei Frauen betrug das Alter im Mittel 73,1 (Median 74; Minimum 44 und Maximum 92) Jahre.

Es handelte sich um 275 (69,1 %) Patienten mit pAVK im Stadium IIb nach Fontaine, 34 (8,5 %) Patienten mit pAVK im Stadium III und 85 (21,4 %) Pat. mit pAVK im Stadium IV. Im Gesamtkrankengut betrug der ASA-Mittelwert 2,63 (Min 1, Max 4), der BMI-Mittelwert betrug 27,2 (Median 26,8; Min 16,9, Max 41,7).

Die Nierenwerten betragen bei der Intervention wie folgt Kreatinin 1,12 mg/dL (Median 0,9; Min 0,4, Max 8,9) und GFR 71,7 ml/Min/1,73m<sup>2</sup> (Median 75; Min 6, Max 128). Postintervention betragen die Werte im Mittel: Kreatinin 1,13 mg/dL (Median 1; Min 0,4, Max 8,9) und GFR 70,6 ml/Min/1,73m<sup>2</sup> (Median 71; Min 6, Max 128). Die ausführlichen Patientencharakteristika sind in der Tabelle 7 aufgeführt, die durchgeführten Eingriffe in Tabelle 8 und die Begleitmedikation bei Entlassung in Tabelle 9.

**Tabelle 7: Patientencharakteristika, interventionelle Therapie bei pAVK**

Parameter	Männer n = 245	Frauen n = 153	p-Wert
Alter, Jahre, Mittelwert (Median; Minimum – Maximum)	66,4 (67; 28 – 89)	73,1 (74; 44 – 92)	0,001
BMI, Mittelwert (Median, Min – Max)	27,7 (27,2; 19,6 – 41,7)	26,3 (26,0; 16,9 – 41,5)	0,009
Hyperlipidämie	118 (48,2 %)	70 (45,7 %)	–
Diabetes	94 (38,4 %)	48 (31,4 %)	–
Arterielle Hypertonie	163 (66,5 %)	110 (71,9 %)	–
Niereninsuffizienz	68 (27,8 %)	61 (39,9 %)	0,009
Dialyse	12 (4,9 %)	2 (1,3 %)	0,055
KHK	76 (31,0 %)	38 (24,8 %)	–
Herzeingriffe (PTCA, Coronar-Bypass, Herzklappe)	67 (27,3 %)	29 (18,95 %)	0,05
VHF	29 (11,8 %)	23 (15,0 %)	–
COPD	17 (6,9 %)	14 (9,1 %)	–
Nikotin Konsum	88 (35,9 %)	43 (28,1 %)	0,09
Thromboembolische Ereignisse, anamnestisch	15 (6,1 %)	18 (11,8 %)	0,05
Apoplex anamnestisch	7 (2,85 %)	8 (5,2 %)	–
Leberdysfunktion	5 (2,0 %)	1 (0,65 %)	–
Alkohol	8 (3,3 %)	2 (1,3 %)	–
Rutherford Stadium 2	0	0	–
Rutherford Stadium 3 (Fontaine IIb)	168 (68,6 %)	107 (69,93 %)	–
Rutherford Stadium 4 (Fontaine III)	20 (8,2 %)	14 (9,15 %)	–
Rutherford Stadium 5 + 6 (Fontaine IV)	53 (21,6 %)	32 (20,92 %)	–
pAVK mit iliakalem Aneurysma	4 (1,6 %)	0	

\*Anmerkung:

– Rutherford Klassifikation für arterielle Verschlusskrankheit:

Stadium 0 – Beschwerdefreiheit

Stadium 1 – leichte Claudicatio intermittens

Stadium 2 – mäßige Claudicatio intermittens

Stadium 3 – schwere Claudicatio intermittens

Stadium 4 – Ruheschmerzen

Stadium 5 – kleinflächige Nekrose

Stadium 6 – großflächige Nekrose.

– Fontaine Klassifikation für arterielle Verschlusskrankheit:

Stadium 1 – Beschwerdefreiheit

Stadium 2a – Claudicatio intermittens >200m

Stadium 2b – Claudicatio intermittens <200m

Stadium 3 – ischämische Ruheschmerzen

Stadium 4 – trophische Störungen.

Die Art der durchgeführten Eingriffe ist in Tabelle 8 aufgeführt. Bei insgesamt 398 Patienten wurden 491 Lokalisationen behandelt, 230 supragenuale Interventionen (Arterie femoralis superficialis), 150 infragenuale Interventionen, 111 Interventionen im Becken Bereich (iliakal). Da eine Lokalisation mit mehreren Maßnahmen behandelt werden konnte, machte die Summe der Interventionen 536 aus.

**Tabelle 8: OP-Charakteristika, interventionelle Therapie bei pAVK (536 Interventionen bei 398 Patienten)**

	Gesamt n = 536
nur PTA (POBA)	31 (5,8 %)
Stentangioplastie	165 (30,8 %)
DCB/DES	258 (48,1 %)
Atherektomie	82 (15,3 %)
Eingriff Zeit min, Mittelwert (Median; Min – Max) n = 398	60,52 (52; 6 – 240)
DFP, cGy/cm <sup>2</sup> , Mittelwert (Median; Min – Max)	4663 (2374; 148 – 47315)

\*Anmerkung:

- Die Zahl der Eingriffe übersteigt die gesamte Zahl der Patienten, da bei einem Patienten mehrere Eingriffe vorgenommen werden konnten
- PTA – perkutan transluminale Angioplastie
- POBA – plain old balloon angioplasty
- DCB/DCS – Drug Coated Balloon/ Drug Coated Stent
- Atherektomie – Anwendung von endovaskulärer Atherektomie – Systemen.

Die Begleittherapie (Thrombozytenaggregationshemmung und Antikoagulation) ist in Tabelle 9 aufgeführt. Wie ersichtlich, haben fast alle Patienten doppelte Thrombozytenaggregationshemmung mit Aspirin und Clopidogrel erhalten.

**Tabelle 9: Begleittherapie bei Entlassung, interventionelle Therapie bei pAVK**

	Gesamt n = 398
Nur Aspirin 100	9 (2,3 %)
Nur Clopidogrel 75	0
Nur Phenprocoumon	0
Nur DOAK	1 (0,25 %)
Aspirin 100 + Clopidogrel 75	337 (84,7 %)
Aspirin 100 + Phenprocoumon	4 (1 %)
Aspirin 100 + DOAK	3 (0,75 %)
Clopidogrel 75 + Phenprocoumon	18 (4,5 %)
Clopidogrel 75 + DOAK	14 (3,5 %)
ASS + Clopidogrel + Phenprocoumon	6 (1,5 %)
ASS + Clopidogrel+ DOAK	6 (1,5 %)
Keine Antiaggregation und keine Antikoagulation	0

## 2.5 Offene Therapie bei pAVK

Insgesamt wurden 100 Patienten mit offenen Operationen bei pAVK erfasst. Es handelte sich um 69 Männer und 31 Frauen.

Das Alter der Männer betrug im Mittel 68,8 (Median 74; Minimum 49 und Maximum 42) Jahre. Bei Frauen betrug das Alter im Mittel 72,2 (Median 74; Minimum 42 und Maximum 92) Jahre.

Es handelte sich um 69 (69 %) Patienten im Stadium IIb nach Fontaine, 14 (14 %) im Stadium III und 17 (17 %) im Stadium IV. Im Gesamtkrankengut betrug der ASA-Mittelwert 2,73 (Min 1, Max 4), der BMI Mittelwert betrug 26,8 (Median 26,7; Min 14,8, Max 37,6).

Die Nierenwerten betragen bei der Operation wie folgt Kreatinin 0,98mg/dL (Median 0,9; Min 0,5, Max 3) und GFR 76,9 ml/Min/1,73m<sup>2</sup> (Median 81,5; Min 20, Max 120). Postoperativ betragen die Werten: Kreatinin – 1,01 mg/dL (Median 0,9; Min 0,5, Max 3) und GFR – 75,1 ml/Min/1,73m<sup>2</sup> (Median 82; Min 19, Max 103) entsprechend.

Die Patientencharakteristika sind in der Tabelle 10 aufgeführt, die durchgeführten Eingriffe in der Tabelle 11 und die Begleitmedikation bei Entlassung in der Tabelle 12.

**Tabelle 10: Patientencharakteristika, offene Therapie bei pAVK**

Parameter	Männer n = 69	Frauen n = 31	p-Wert
Alter, Jahre, Mittelwert (Median; Minimum – Maximum)	68,8 (70; 49 – 87)	72,2 (74; 42 – 92)	0,119
BMI, Mittelwert (Median, Min – Max)	27,3 (27,2; 18,9 – 35,6)	25,5 (26,6; 14,8 – 37,6)	0,059
Hyperlipidämie	30 (43,5 %)	12 (38,7 %)	–
Diabetes	17 (24,6 %)	13 (41,9 %)	0,081
Arterielle Hypertonie	61 (88,4 %)	24 (77,4 %)	–
Niereninsuffizienz	17 (24,6 %)	4 (12,9 %)	–
Dialyse	1 (1,4 %)	1 (3,2 %)	–
KHK	35 (50,7 %)	14 (45,2 %)	–
Herzeingriffe	31 (44,9 %)	13 (41,9 %)	–
VHF	9 (13,0 %)	6 (19,4 %)	–
COPD	14 (20,3 %)	3 (9,7 %)	–
Nikotin Konsum	29 (42 %)	8 (25,8 %)	–
Thromboembolische Ereignisse, anamnestisch	6 (8,6 %)	3 (9,6 %)	–
Apoplex, anamnestisch	4 (5,8 %)	1 (3,2 %)	–
Leberdysfunktion	2 (2,9 %)	0	–
Alkohol	5 (7,2 %)	0	–
Rutherford Stadium 2	0	0	–
Rutherford Stadium 3 (Fontaine IIb)	46 (66,7 %)	23 (74,2 %)	–
Rutherford Stadium 4 (Fontaine III)	13 (18,8 %)	1 (3,2 %)	–
Rutherford Stadium 5 + 6 (Fontaine IV)	10 (14,5 %)	7 (22,6 %)	–

Die Art der durchgeführten Operationen ist in Tabelle 11 aufgeführt. Bei insgesamt 100 Patienten wurden 76 Femoralis-Eingriffe, 24 Bypassoperationen und zusätzlich 3 Crossover-Bypässe durchgeführt. Der am häufigsten durchgeführten Femoralis-Eingriff war die Femoralis-Thrombendarteriektomie (TEA) mit Intervention im Becken (Hybrid), gefolgt von der Femoralis-TEA mit Patchplastik.

**Tabelle 11: OP-Charakteristika, offene Therapie bei pAVK**

	Gesamt n = 100
<b>Femoralis-Eingriff:</b>	<b>76 (76 %)</b>
nur Femoralis-TEA + Patchplastik	21 (21 %)
Femoralis-TEA + Intervention Becken	50 (50 %)
Femoralis-TEA + Intervention Bein supragenuale	4 (4 %)
Femoralis-TEA + Intervention Bein infragenuale	1 (1 %)
<b>Bypass-OP</b>	<b>24 (24 %)</b>
Crossover femoro-femorale Bypass	3 (3 %)
Femoro-popliteale P1-Segment	8 (8 %)
Femoro-popliteale P3-Segment	7 (7 %)
Femoro-crurale	6 (6 %)
Prothesen bei Bypass-Operationen	18 (75 %)
Venen bei Bypass-Operationen	6 (24 %)

Die Begleittherapie (Thrombozytenaggregationshemmung und Antikoagulation) ist in Tabelle 12 aufgeführt. Am häufigsten wurde die Kombination Aspirin mit Clopidogrel verordnet (48 %), bei den Hybrid-Eingriffen in 41,2 % und bei Bypass-Operationen in 50 %. 19 Patienten (19 %) erhielten eine Antikoagulation, davon 6 von 24 Patienten mit Bypass-Operationen (25 %).

**Tabelle 12: Begleittherapie bei Entlassung, offene Therapie bei pAVK**

	Gesamt n = 100
Nur Aspirin 100	32 (32 %)
Nur Clopidogrel 75	0
Nur Phenprocoumon	0
Nur DOAK	0
Aspirin 100 + Clopidogrel 75	48 (48 %)
Aspirin 100 + Phenprocoumon	8 (8 %)
Aspirin 100 + DOAK	5 (5 %)
Clopidogrel 75 + Phenprocoumon	1 (1 %)
Clopidogrel 75 + DOAK	2 (2 %)
ASS + Clopidogrel + Phenprocoumon	2 (2 %)
ASS + Clopidogrel + DOAK	1 (1 %)
Keine Antiaggregation und keine Antikoagulation	1 (1 %)

### **3 Ergebnisse**

Im Folgenden wird die Beziehung zwischen Operationszeit und postoperativer Komplikationsrate getrennt nach den einzelnen Indikationen (Carotis-, Aorten-Eingriffe, Interventionen oder Operationen bei pAVK) dargestellt.

#### **3.1 Carotiseingriffe**

##### **3.1.1 Komplikationsrate bei Carotiseingriffen**

Die Komplikationsrate (perioperative und Spätkomplikationen) ist in der Tabelle 13 detailliert dargestellt. Insgesamt wurden 74 perioperative Komplikationen (26,1 %) und 17 Spätkomplikationen (6 %) bei 284 Patienten beobachtet (siehe Tabelle 13).

An intraoperativen Komplikationen wurden beobachtet: 1 intraoperativer Gefäßverschluss ohne Apoplex sowie 4 Gefäßverschlüsse oder Embolien mit Apoplex. Sie machten insgesamt 1,8 % aller Komplikationen aus und sind in der Tabelle 13 unter den Majorkomplikationen bzw. unten MACE aufgeführt.

Da die Beziehung zwischen Operationszeit und Komplikationen sich nur auf den einzelnen Eingriff beziehen konnte, musste, da ein Patient mehrere Komplikationen haben konnte, zwischen der Inzidenz an Komplikationen als solche und der Zahl der Patienten mit Komplikationen unterschieden werden.

Es ergaben sich 63 Patienten mit perioperativen Komplikationen (22,2 %) und 16 Patienten mit Spätkomplikationen (5,6 %). Das heißt, der Prozentsatz an Patienten mit Komplikationen war mit 22,2 % geringer als der Prozentsatz an Komplikationen (26,1 %).

Zu den aufgetretenen Komplikationen gehören auch insgesamt 20 Reoperationen (7,0 %) wegen perioperativen Komplikationen und 2 (0,7 %) Reoperationen wegen Spätkomplikationen. In der Tabelle 13 sind jeweils die Ursachen für diese Reoperationen als Komplikationen genannt. Eine Wiederaufnahme des Patienten innerhalb 30 Tagen erfolgte bei 5 (1,8 %) Patienten und im weiteren Verlauf bei 2 Fällen (0,7 %).

Die Patienten mit EEA hatten in 24,4 % der Fälle eine perioperative Komplikation, bei TEA waren es 21,8 %, der Unterschied war jedoch statistisch nicht signifikant ( $p = 0,713$ ).

**Tabelle 13: Komplikationen bei Carotiseingriffen**

	Perioperative Komplikationen n = (%)	Spätkomplikationen n = (%)
Patienten insgesamt, n =	284	282
<b>Minorkomplikationen</b>	<b>25 (8,8 %)</b>	
Blutung ohne Revision	6 (2,1 %)	
Wundheilungsstörung ohne Revision	2 (0,7 %)	
andere Komplikationen (Pharynx-Ödem, Larynx-Ödem, ausgeprägte Heiserkeit, entgleiste Hypertonie, neu aufgetretenes Vorhofflimmern, Hyponatriämie, Larynxhämatom)	17 (6,0 %)	
<b>Majorkomplikationen</b>	<b>36 (12,7 %)</b>	<b>4 (1,4%)</b>
Wundheilungsstörung mit Revision	2 (0,7 %)	0
Blutung mit Revision	18 (6,3 %)	0
N. recurrens Parese	10 (3,5 %)	
Andere Nervenläsionen (R. marginales des N. facialis, N. hypoglossus Parese)	2 (0,7 %)	
Asymptomatische Carotis Re- Stenose/ Verschluss	1 (0,35 %)	4 (1,4 %)
Hörsturz	1 (0,35 %)	
Retina-Ablösung	1 (0,35 %)	
OGI-Blutung	1 (0,35 %)	
<b>MACE</b>	<b>13 (4,6 %)</b>	<b>13 (4,6 %)</b>
Herzinfarkt	3 (1,1 %)	5 (1,8 %)
Apoplex	8 (2,8 %)	2 (0,7 %)
Tod	2 (0,7 %)	6 (2,1 %)
<b>Majorkomplikationen (inkl. MACE)</b>	<b>49 (17,3%)</b>	<b>17 (6,0 %)</b>
<b>Gesamtkomplikationen</b>	<b>74 (26,1 %)</b>	<b>17 (6,0 %)</b>

\*Anmerkung: MACE – major adverse cardiovascular events

OGI – obere gastrointestinale Blutung.

### 3.1.2 Eingriffszeit Analyse bei Carotiseingriffen

Die Eingriffszeit bei den Carotiseingriffen insgesamt betrug im Mittel  $99,5 \pm 28,3$  (Median 96, Minimum 48, Maximum 237) Minuten. Bei Männern dauerte die Operation im Mittel  $102 \pm 28,2$  (Median 99,5, Minimum 48, Maximum 237) Minuten. Bei Frauen betrug die Operationszeit im Mittel  $92,6 \pm 27,3$  (Median 87,5, Minimum 53, Maximum 220) Minuten und war damit signifikant kürzer als bei den Männern ( $p = 0,007$ ). Die Operationszeit bei EEA betrug im Mittel  $78,8 \pm 23,3$  (Median 72; Minimum 48, Maximum 149) Minuten und bei TEA  $103 \pm 27,5$  (Median 101; Minimum 59, Maximum 237) Minuten und war damit bei EEA signifikant kürzer ( $p < 0,001$ ).

Die Operationszeit bei den symptomatischen Carotisstenosen betrug im Mittel  $97,3 \pm 30,5$  (Median 94,5; Minimum 53, Maximum 237) Minuten, bei den asymptomatischen Carotisstenosen  $100 \pm 27,4$  (Median 97,5; Minimum 48, Maximum 220) Minuten (kein signifikanter Unterschied,  $p = 0,466$ ). Details zu den Eingriffen sind in der Tabelle 14 dargestellt. Bei der Auswertung der Operationszeit wurden 2x PTA mit Stentimplantation der Art. carotis interna sowie die Implantation eines carotido-subklavialen Bypasses ausgeschlossen.

**Tabelle 14: Eingriffszeit bei Carotiseingriffen, Männer vs. Frauen**

	Männer n = 200	Frauen n = 84	p-Wert
symptomatische ACI-Stenose (n = 74), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median; Min – Max) Minuten	n = 47 102 $\pm$ 32 (98; 55 – 237)	n = 27 89,6 $\pm$ 26,7 (79; 53 – 152)	0,100
asymptomatische ACI-Stenose (n = 210), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median; Min – Max) Minuten	n = 153 103 $\pm$ 27,1 (102; 48 – 180)	n = 57 94 $\pm$ 27,6 (90; 62 – 220)	0,043
TEA (n = 243), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median; Min – Max) Minuten	n = 172 106 $\pm$ 26,7 (103, 64 – 237)	n = 71 94,8 $\pm$ 28,0 (91, 59 – 220)	0,003
EEA (n = 41), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median; Min – Max) Minuten	n = 28 78,1 $\pm$ 25,3 (70, 48 – 149)	n = 13 80,3 $\pm$ 19,3 (79, 53 – 121)	0,782

\*Anmerkung:

- SD – die Standardabweichung (Standard Deviation)
- ACI – Arterie carotis interna

Bei der Analyse der Eingriffszeit wurde in den Tabelle 15 und Tabelle 17 zwischen Patienten mit und ohne Komplikationen unterschieden und des Weiteren zwischen perioperativen und Spätkomplikationen differenziert. Zusätzlich wurde danach unterschieden, ob es sich um Patienten mit asymptomatischer oder symptomatischer ACI-Stenose sowie um TEA- oder EEA-Operationen handelte.

Im Trend hatten Patienten mit perioperativen Komplikationen etwas längere Operationszeiten als Patienten ohne Komplikationen. Dieser Unterschied war jedoch statistisch nicht signifikant ( $p = 0,098$ ). Das galt sowohl für die Patienten mit symptomatischer als auch für die mit asymptomatischer ACI-Stenose.

Die Patienten mit einer asymptomatischen ACI-Stenose hatten in 21,9 % der Fälle eine perioperative Komplikation, bei Patienten mit einer symptomatischen ACI-Stenose waren es 23,0 %, der Unterschied war statistisch nicht signifikant ( $p = 0,849$ ,  $\chi^2$ ).

**Tabelle 15: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, Carotiseingriffe**

	Patienten ohne perioperative Komplikationen	Patienten mit perioperativen Komplikationen	p-Wert
Insgesamt (n = 284), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 221 97,8 $\pm$ 25,9 (96,0)	n = 63 106 $\pm$ 34,8 (101)	0,098
Asymptomatische ACI-Stenose (n = 210), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 164 98,8 $\pm$ 26,5 (96,0)	n = 46 106 $\pm$ 30,2 (104)	0,162
Symptomatische ACI-Stenose (n = 74), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 57 94,9 $\pm$ 24,1 (94,0)	n = 17 106 $\pm$ 46,2 (95,0)	0,370

Die Operationszeit bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen wurde hinsichtlich der Operationstechnik (TEA vs. EEA) überprüft. Die TEA dauerte im Mittel mit 24,2 Minuten signifikant länger als die EEA ( $p < 0,001$ ). TEA-Eingriffe ohne perioperative Komplikationen hatten eine signifikant kürzere Operationszeit als TEA-Operationen mit einer perioperativen Komplikation ( $p < 0,037$ , Bild 2). Bei EEA wurde dies nicht beobachtet. Die Details sind in der Tabelle 16 beschrieben.

**Tabelle 16: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, TEA vs. EEA, Carotiseingriffe**

	TEA	EEA	p-Wert
Insgesamt Eingriffszeit, Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 243 103 $\pm$ 27,5 (101)	n = 41 78,8 $\pm$ 23,3 (72,0)	< 0,001
Patienten ohne perioperative Komplikationen, Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 190 101 $\pm$ 24,9 (99,0)	n = 31 80,0 $\pm$ 25,6 (70,0)	< 0,001
Patienten mit perioperativen Komplikationen, Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 53 111 $\pm$ 34,6 (104)	n = 10 75,0 $\pm$ 14,6 (76,5)	< 0,001
p-Wert <sup>1</sup>	0,037 <sup>1</sup>	0,447 <sup>1</sup>	

<sup>1</sup> Der p-Wert bezieht sich auf die Operationszeiten bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, für jeweils TEA und EEA getrennt.

Die Analyse der Spät komplikationen zeigt, dass die Operationszeiten bei den Eingriffen mit oder ohne eine Komplikation sich nicht unterscheiden ( $p = 0,653$ ). Dieses Ergebnis wurde sowohl bei asymptomatischen und symptomatischen Patienten als auch bei TEA und EEA beobachtet. Die Details sind in die Tabelle 17 dargestellt.

**Tabelle 17: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne Spät komplikationen, Carotiseingriffe**

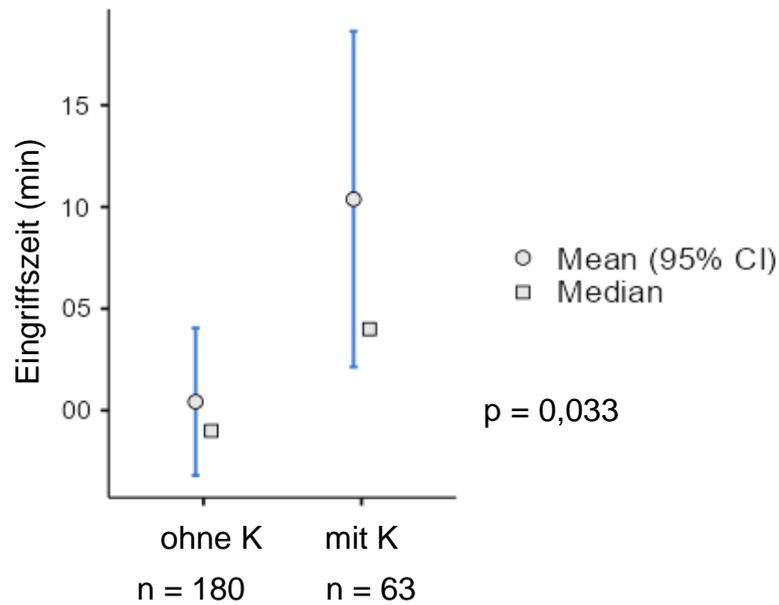
	Patienten ohne Spät komplikationen	Patienten mit Spät komplikationen	p-Wert
Insgesamt (n = 282), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 266 99,8 $\pm$ 28,5 (97,0)	n = 16 96,8 $\pm$ 25,4 (91,0)	0,653
Asymptomatische ACI-Stenose (n = 209), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 195 100 $\pm$ 27,6 (99,0)	n = 14 98,9 $\pm$ 26,0 (91,0)	0,828
Symptomatische ACI-Stenose (n = 73), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 71 98,1 $\pm$ 30,9 (95,0)	n = 2 82,5 $\pm$ 20,5 (82,5)	0,470
TEA (n = 243), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 232 103 $\pm$ 27,7 (101)	n = 11 105 $\pm$ 25,9 (98,0)	0,781
EEA (n = 41), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 36 78,9 $\pm$ 24,6 (71,0)	n = 5 78,4 $\pm$ 11,7 (73,0)	0,946

Des Weiteren wurden alle Komplikationen (perioperative und Spätkomplikationen) zusammengefasst (kumulative Komplikationen). Die Operationszeiten von Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen sind in der Tabelle 18 dargestellt. Die Operationen mit Komplikationen dauerten im Mittel um 6,2 Minuten länger als die komplikationslosen Operationen. Der Unterschied war jedoch statistisch nicht signifikant ( $p = 0,130$ ) (Welch's T-Test) (Bild 1). In der Subgruppe mit TEA dauerten die Operationen mit einer kumulativen Komplikation im Mittel um 10 Minuten signifikant länger als eine komplikationslose Operation ( $p = 0,033$ ). Dies wurde in der Subgruppe mit EEA nicht beobachtet ( $p = 0,565$ ).

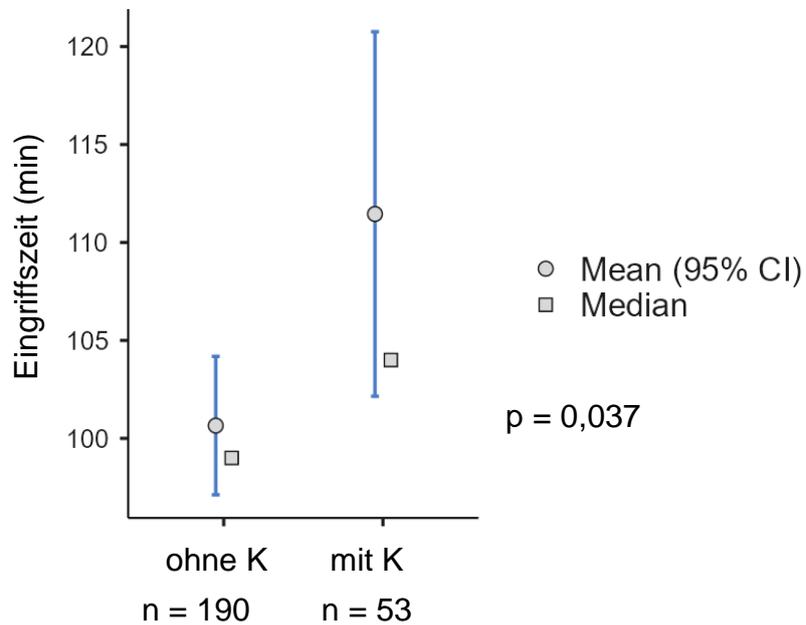
**Tabelle 18: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, Carotiseingriffe**

	Patienten ohne Komplikationen	Patienten mit kumulativen Komplikationen	p-Wert
Insgesamt (n = 284), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 207 97,8 ± 25,9 (96,0)	n = 77 104 ± 33,4 (98,0)	0,130
TEA (n = 243), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 180 100 ± 24,8 (99,0)	n = 63 110 ± 33,4 (104)	0,033
EEA (n = 41), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 27 80,1 ± 27,1 (70,0)	n = 14 76,4 ± 13,9 (76,5)	0,565

**Bild 1: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, Carotiseingriffe, nur TEA**



**Bild 2: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, Carotiseingriffe, nur TEA**



\*Anmerkung:

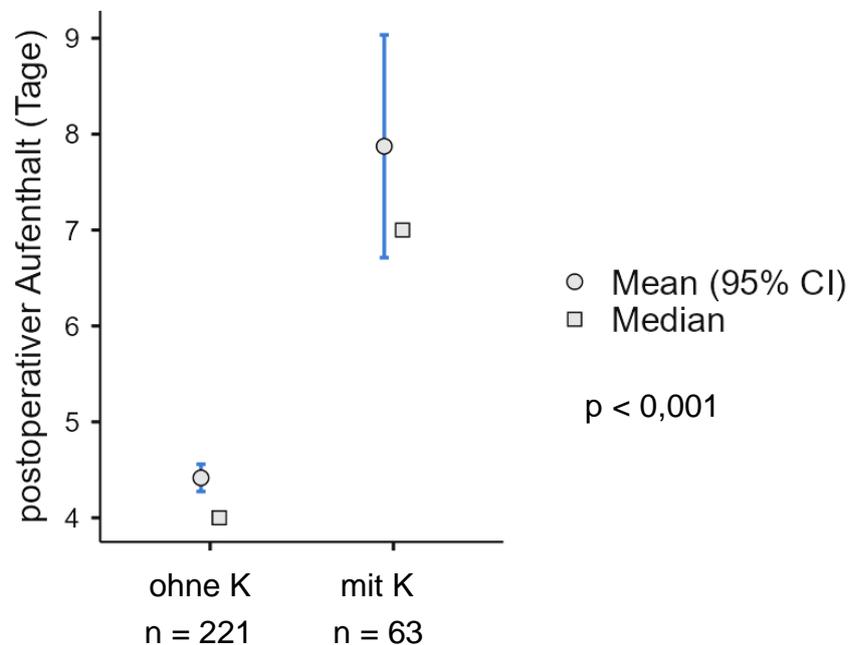
ohne K – Patienten ohne kumulative Komplikationen

mit K – Patienten mit kumulativen Komplikationen

### 3.1.3 Postoperative stationäre Aufenthaltsdauer bei Carotiseingriffen

Postoperativ befanden sich die Patienten stationär im Mittel  $5,18 \pm 2,8$  (Median 5; Minimum 1; Maximum 25) Tage im Krankenhaus. Patienten ohne perioperative Komplikationen blieben im Mittel  $4,4 \pm 1,1$  (Median 4) Tage im Krankenhaus, Patienten mit perioperativen Komplikationen  $7,9 \pm 4,7$  (Median 7) Tage ( $p < 0,001$ , Mann-Whitney T-Test, Bild 3).

**Bild 3: Postoperative Aufenthaltsdauer bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, Carotiseingriffe**



\*Anmerkung:

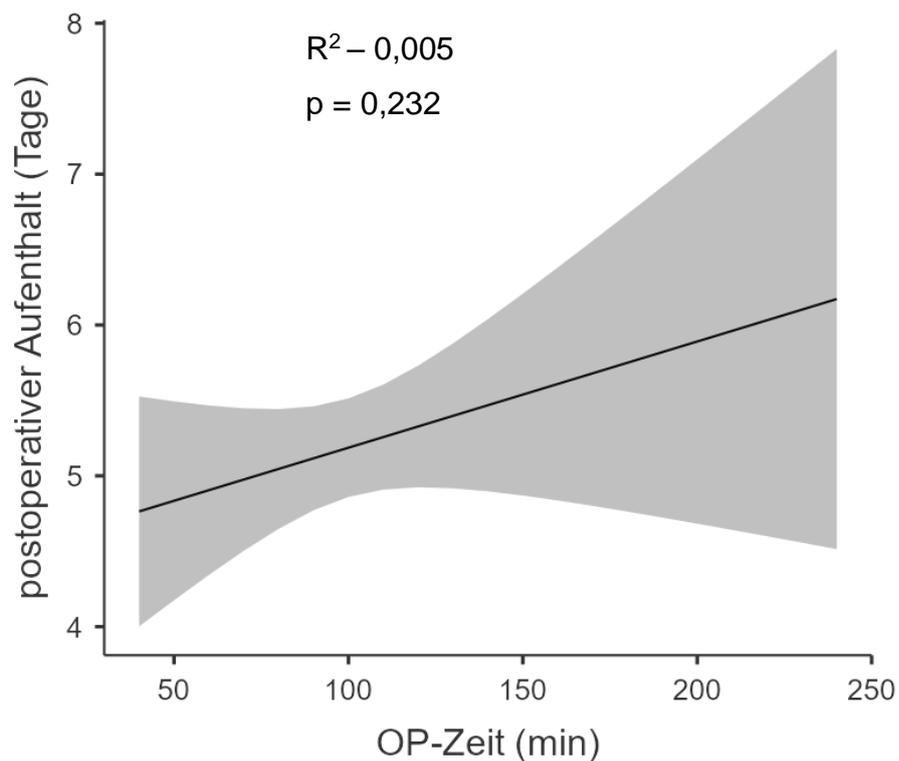
ohne K – Patienten ohne perioperative Komplikationen

mit K – Patienten mit perioperativen Komplikationen

### 3.1.4 Korrelation zwischen Operationsdauer und Krankenhausaufenthaltsdauer, Carotiseingriffe

Des Weiteren wurde die Korrelation zwischen der Länge der Eingriffszeit und Länge des postoperativen Aufenthaltes bei den Carotis Operationen untersucht. Es konnte keine statistisch signifikante Assoziation gesehen werden ( $R^2 = 0,005$ ,  $p = 0,232$ , Bild 4), die Operationszeit hatte keinen Einfluss auf die Länge der Krankenhausaufenthaltsdauer.

**Bild 4: Korrelation Operationsdauer- Krankenhausaufenthalt, Carotiseingriffe, lineare Regression**



## **3.2 Aorteneingriffe**

### **3.2.1 Komplikationen bei endovaskulären Aorteneingriffen**

89,5 % der Aorteneingriffen wurden endovaskulär vorgenommen (n = 179). Perioperative und Spät komplikationen sind in Tabelle 19 detailliert dargestellt. Es wurden 41 perioperative Komplikationen (22,9 %) und 33 Spät komplikationen (18,9 %) bei 179 Patienten beobachtet.

Unter den perioperativen Komplikationen befanden sich an intraoperativen Komplikationen 5 Embolien oder Thrombosen, eine Blutung mit Konversion und eine Blutung mit hämorrhagischem Schock (n = 7; 3,9 %). Diese Komplikationen sind in der Tabelle 19 unten den Majorkomplikationen aufgeführt.

Bei dieser Berechnung konnte ein Patient mehrere Komplikationen haben, 32 (17,9 %) Patienten hatten perioperative und 29 (16,6 %) Spät komplikationen.

19 von 179 Patienten (10,6 %) wurden wegen perioperativen Komplikationen reoperiert und 13 (7,4 %) wegen Spät komplikationen. Eine Wiederaufnahme innerhalb 30 Tagen erfolgte bei 12 (6,7 %) Patienten, weitere 16 (9,2 %) Patienten wurden später wieder aufgenommen.

**Tabelle 19: Komplikationen bei endovaskulären Aorteneingriffen**

	Perioperative Komplikationen n (%)	Spätkomplikationen n (%)
Patienten insgesamt, n =	179	174
<b>Minorkomplikationen</b>	<b>6 (3,4 %)</b>	<b>13 (7,5 %)</b>
Wundheilungsstörung ohne Revision	0 (0 %)	1 (0,6 %)
Aneurysma spurium ohne Revision	2 (1,1 %)	
Endoleak ohne Re-Intervention <ul style="list-style-type: none"> <li>• Typ II</li> <li>• Typ III</li> </ul>	3 (1,7 %) 1 (0,6 %)	12 (6,9 %)
<b>Majorkomplikationen</b>	<b>29 (16,2 %)</b>	<b>10 (5,7 %)</b>
Intraoperative Blutung mit Konversion	1 (0,6 %)	
Intraoperative Blutung mit hämorrhagischem Schock	1 (0,6 %)	
Postoperative komplizierte Blutung	2 (1,1 %)	
Aneurysma spurium mit Revision	3 (1,7 %)	
Wundheilungsstörung mit Revision	7 (3,9 %)	1 (0,6 %)
Embolie oder Schenkelverschluss	9 (5,0 %)	1 (0,6 %)
Endoleak mit Re-Intervention <ul style="list-style-type: none"> <li>• Typ I</li> <li>• Typ II</li> </ul>	1 (0,6 %) 0	5 (2,9 %) 1 (0,6 %)
Protheseninfekt	0 (0 %)	2 (1,1 %)
Andere Komplikationen (gluteale Claudicatio/ Ischämie, Pneumonie, Verschluss der Nierenarterien, ischämische Colitis)	5 (2,8 %)	
Major-Amputation	0	0
<b>MACE</b>	<b>6 (3,4 %)</b>	<b>10 (5,7 %)</b>
Herzinfarkt	1 (0,6 %)	3 (1,7 %)
Apoplex	0	0
Tod	5 (2,8 %)	7 (4,0 %)
<b>Majorkomplikationen (inkl. MACE)</b>	<b>35 (19,55 %)</b>	<b>20 (11,5 %)</b>
<b>Gesamtkomplikationen</b>	<b>41 (22,9 %)</b>	<b>33 (18,9 %)</b>

### 3.2.2 Komplikationen bei den offenen Aorteneingriffen

Insgesamt wurden 21 offene Aorten-Operationen registriert. 13 von 21 (62 %) Patienten hatten perioperative Komplikationen. Es handelte sich um eine Hochrisiko-Population, bei der die endovaskuläre Revaskularisation nicht möglich war. Insgesamt wiesen 13 (61,9 %) Patienten Majorkomplikationen auf. Bei der kleinen Fallzahl konnte eine getrennte Eingriffszeit Analyse für diese Subgruppe nicht durchgeführt werden. Diese Eingriffe gingen aber in die kumulierte Auswertung aller Aorteneingriffen ein.

### 3.2.3 Eingriffszeit Analyse bei den Aorteneingriffen

Die Eingriffszeit betrug über alle Eingriffe (EVAR+OR) im Mittel  $161 \pm 85,5$  (Median 133, Minimum 21, Maximum 499) Minuten. Bei Männern dauerte die Operation im Mittel  $155 \pm 78,1$  (Median 128, Minimum 21, Maximum 450) Minuten. Bei Frauen betrug die Operationszeit im Mittel  $201 \pm 117$  (Median 163, Minimum 78, Maximum 499) Minuten und war damit im Trend länger als bei den Männern ( $p = 0,058$ ). Die Operationszeit bei den offenen Aorteneingriffen (OAR,  $n = 21$ ) betrug im Mittel  $272 \pm 88,5$  (Median 272; Minimum 93, Maximum 450) Minuten und bei den endovaskulären Aorteneingriffen (EVAR,  $n = 179$ )  $148 \pm 75,6$  (Median 125; Minimum 21, Maximum 499) Minuten und war damit bei EVAR signifikant kürzer als bei OR ( $p < 0,001$ ). Bei EVAR war der Eingriff bei den Frauen mit im Mittel  $194 \pm 126$  Minuten im Trend deutlich länger als bei den Männern mit  $143 \pm 65$  Minuten ( $p = 0,09$ ). Details zu den Eingriffen sind in der Tabelle 20 dargestellt.

**Tabelle 20: Eingriffszeit bei endovaskulären Aorteneingriffen, Männer vs. Frauen**

	Männer	Frauen	p-Wert
EVAR, $n = 179$	$n = 159$	$n = 20$	0,09
Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median; Minimum – Maximum) min	$143 \pm 65$ (122; 21 – 367)	$194 \pm 126$ (133; 78 – 499)	

Die Eingriffszeiten bei Eingriffen mit perioperativen und Spät komplikationen sind in Tabelle 21 und Tabelle 22 dargestellt. Es wurde sowohl im gesamten Krankengut als auch nach endovaskulären Aorteneingriffen geprüft, ob sich die Eingriffszeiten bei Patienten mit Komplikationen und solchen ohne Komplikationen signifikant unterscheiden.

Bei lediglich 21 offenen Aorteneingriffen konnte nicht zwischen Patienten mit und ohne Komplikationen hinsichtlich der Operationszeiten-Differenzen unterschieden werden.

Bei EVAR haben die Fälle mit perioperativen Komplikationen erheblich länger gedauert als den komplikationsfreien Eingriffen ( $p < 0,001$ ), dies galt auch für das gesamte Krankengut ( $p < 0,001$ ) (Tabelle 21). Patienten mit und ohne Spät komplikationen unterschied sich hingegen nicht in ihren Operationszeiten (EVAR,  $p = 0,766$ ) (Tabelle 22).

**Tabelle 21: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, Aorteneingriffe**

	Patienten ohne perioperative Komplikationen	Patienten mit perioperativen Komplikationen	p-Wert
Insgesamt (n = 200), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD, (Median) Minuten	n = 155 136 $\pm$ 56,8 (121)	n = 45 249 $\pm$ 108 (245)	< 0,001
EVAR (n = 179), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD, (Median) Minuten	n = 147 131 $\pm$ 51,8 (119)	n = 32 227 $\pm$ 111 (230)	< 0,001

**Tabelle 22: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne Spät komplikationen, Aorteneingriffe**

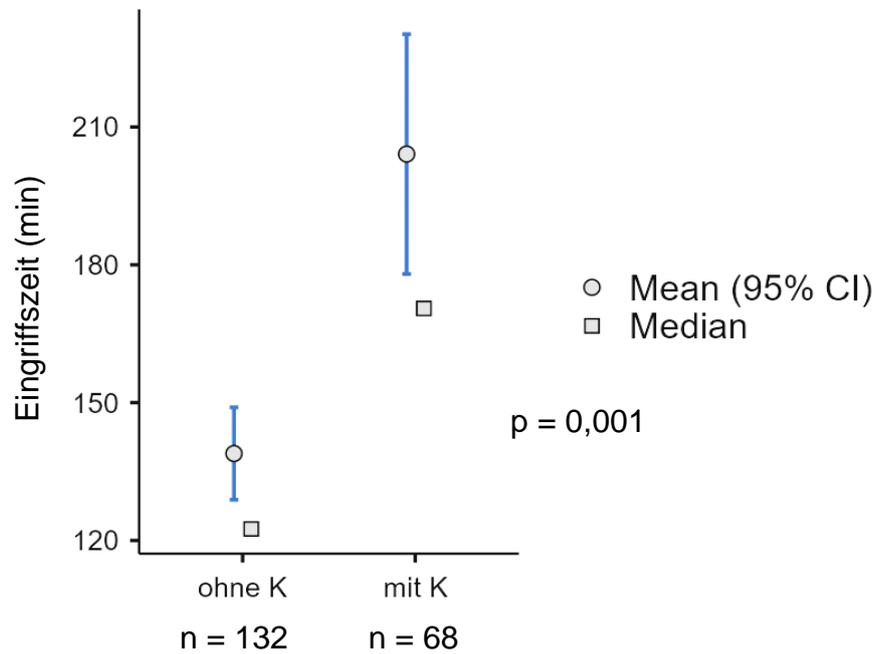
	Patienten ohne Spät komplikationen	Patienten mit Spät komplikationen	p-Wert
Insgesamt (n = 190), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD, (Median) Minuten	n = 156 148 $\pm$ 66,7 (127)	n = 34 170 $\pm$ 94,5 (139)	0,211
EVAR (n = 174), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD, (Median) Minuten	n = 145 145 $\pm$ 60,2 (123)	n = 29 146 $\pm$ 73,1 (119)	0,766

Des Weiteren wurde die Beziehung zwischen kumulativen Komplikationen und Operationszeiten untersucht. Die Operationszeiten von Patienten mit und ohne jegliche Komplikationen sind in der Tabelle 23 dargestellt und auf statistische Signifikanz mit T-Test (Welch's) getestet. Die Aorteneingriffen mit Komplikationen hatten eindeutig eine längere Operationsdauer gehabt (Tabelle 23, Bild 5), das galt sowohl für EVAR (Bild 6) separat als auch für das Gesamtkrankengut.

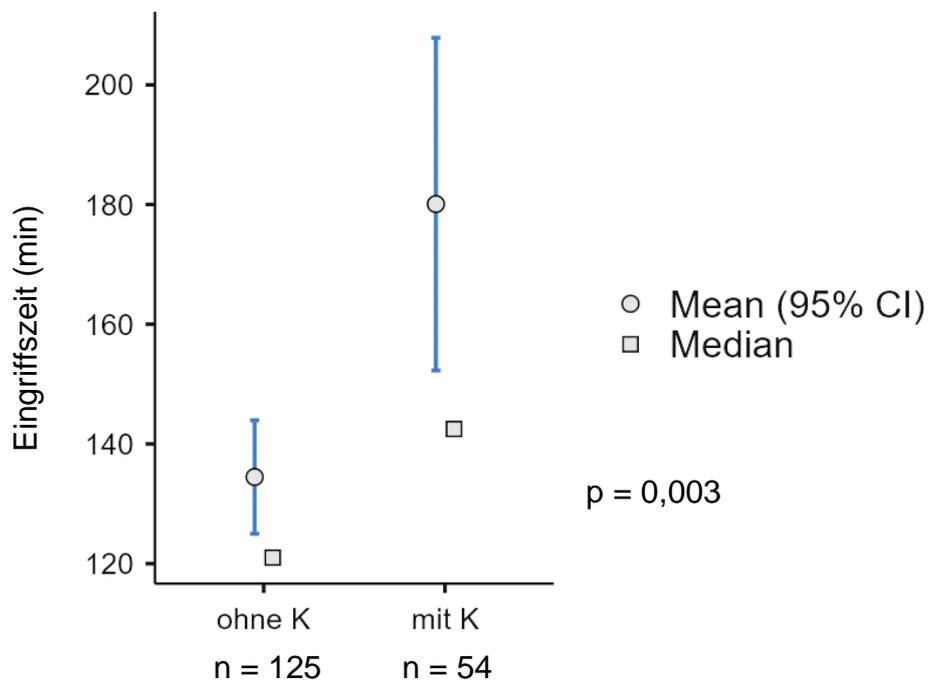
**Tabelle 23: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, Aorteneingriffe**

	Patienten ohne kumulative Komplikationen	Patienten mit kumulativen Komplikationen	p-Wert
Insgesamt (n = 200), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD, (Median) Minuten	n = 132 139 $\pm$ 59,0 (123)	n = 68 204 $\pm$ 110 (171)	0,001
EVAR (n = 179), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD, (Median) Minuten	n = 125 134 $\pm$ 54,1 (121)	n = 54 180 $\pm$ 104 (143)	0,003

**Bild 5: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, Aorteneingriffe insgesamt**



**Bild 6: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, EVAR**



\*Anmerkung:

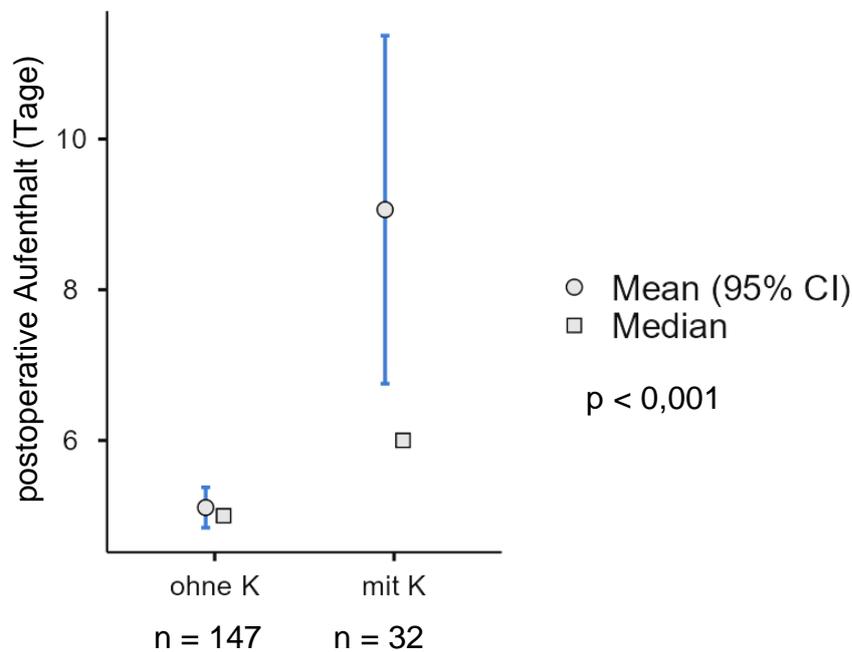
ohne K – Patienten ohne kumulative Komplikationen

mit K – Patienten mit kumulativen Komplikationen

### 3.2.4 Postoperative stationäre Aufenthaltsdauer bei endovaskulären Aorteneingriffen

Postoperativ befanden sich die Patienten nach endovaskulärer Ausschaltung eines Aortenaneurysma im Mittel  $5,8 \pm 3,5$  (Median 5; Minimum 1; Maximum 29) Tage im Krankenhaus. Patienten ohne perioperative Komplikationen blieben im Mittel  $5,1 \pm 1,6$  (Median 5) Tage im Krankenhaus, Patienten mit perioperativen Komplikationen signifikant länger ( $9,1 \pm 6,7$ ; Median 6 Tage) ( $p < 0,001$ , Mann-Whitney T-Test, Bild 7).

**Bild 7: Postoperativer Aufenthalt bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, EVAR**



\*Anmerkung:

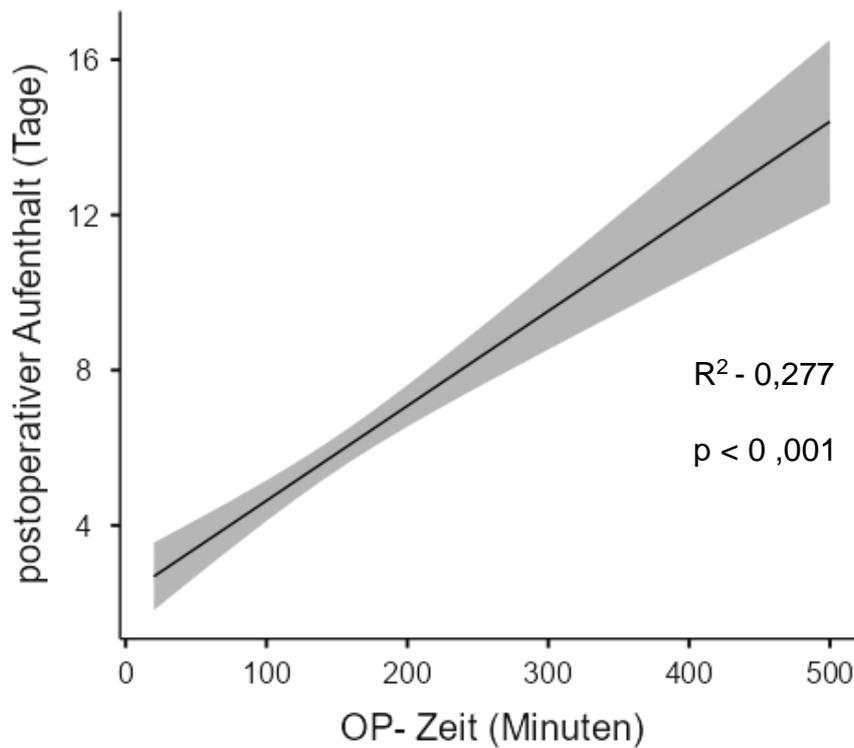
ohne K – Patienten ohne perioperative Komplikationen

mit K – Patienten mit perioperativen Komplikationen

### 3.2.5 Korrelation zwischen Operationsdauer und Krankenhausaufenthaltsdauer, EVAR

Die Korrelation zwischen der Länge des Eingriffs und der Krankenhausaufenthaltsdauer wurde mittels linearer Regression analysiert. Es konnte eine statistisch signifikante Korrelation festgestellt werden, je länger die Operationszeit, desto länger war auch der postoperative Aufenthalt ( $R^2 = 0,277$ ,  $p < 0,001$ , Bild 8).

**Bild 8. Korrelation Operationsdauer- Krankenhausaufenthalt, EVAR, lineare Regression**



### **3.3 Interventionelle Therapie bei pAVK**

#### **3.3.1 Komplikationsrate, interventionelle Therapie bei pAVK**

Die perioperative Komplikationsrate betrug über alle Stadien 18,6 % (73 Komplikationen), die Spätkomplikationsrate 34,5 % (134 Komplikationen). Unter den perioperativen Komplikationen befanden sich an intraoperativen Komplikationen 3 Embolien, 3 Gefäßverschlüsse, eine Blutung und 2 Komplikationen bei Verschluss-System-Anwendung, die eine Operation erforderten (insgesamt n = 9; 2,3 %). Diese Komplikationen sind in der Tabelle 24 in die perioperative Majorkomplikationen inkludiert. Bei dieser Berechnung konnte ein Patient mehrere Komplikationen haben, 53 (13,5 %) Patienten hatten perioperative Komplikationen und 115 (29,6 %) Patienten Spätkomplikationen.

19 (4,8 %) Patienten hatten eine perioperative Re-Intervention und 13 (3,35 %) einen konventionellen Re-Eingriff. Wegen Spätkomplikationen erfolgten 75 (19,3 %) endovaskuläre und 22 (5,6 %) konventionelle Re-Eingriffe. Die Komplikationen, die dazu führten, sind in der Tabelle 24 aufgelistet. Eine Wiederaufnahme innerhalb 30 Tagen erfolgte bei 15 (3,8 %) Patienten und später im Follow-Up in 101 Fällen (26,0 %).

Des Weiteren wurde geprüft, ob sich Patienten mit kritischer Extremitätenischämie (CLI) von denen mit Claudicatio Intermittens (IC) in ihren Komplikationen unterscheiden. Die perioperative Komplikationsrate betrug bei IC 14,2 % und bei CLI 28,6 % ( $p < 0,001$ ), die Spätkomplikationsrate betrug bei IC 26 % und bei CLI 54,8 % ( $p < 0,001$ ) (Tabelle 25).

\*Anmerkung:

- CLI – chronische Ischämie der Extremitäten (chronic limb ischaemia), Rutherford Stadium 4 – 6
- IC – Claudicatio intermittens bei pAVK, (Rutherford Stadium 1 – 3)
- MALE – major limb adverse events, (Amputation, Herzinfarkt, Apoplex, Tod)
- MACE – major adverse cardiovascular events.

**Tabelle 24: Komplikationen, interventionelle Therapie bei pAVK, alle Stadien**

	perioperative Komplikationen n = (%)	Spätkomplikationen n = (%)
Patienten insgesamt, n =	393	388
<b>Minorkomplikationen</b>	<b>15 (3,8 %)</b>	
Aneurysma spurium ohne Revision	13 (3,3 %)	
Wundheilungsstörung ohne Revision	0	0
Andere Komplikationen (Thrombophlebitis und eine unklare Hörminderung)	2 (0,5 %)	
<b>Majorkomplikationen, inkl. MALE (ohne MACE)</b>	<b>51 (13,0 %)</b>	<b>111 (28,6 %)</b>
Aneurysma spurium mit Revision	3 (0,8 %)	
Wundheilungsstörung mit Revision	6 (1,5 %)	2 (0,5 %)
Verschluss-System Komplikationen	3 (0,8 %)	
Distale Embolie	7 (1,8 %)	
Relevante Blutungen	3 (0,8 %)	
<b>MALE</b>	<b>29 (7,4 %)</b>	<b>109 (28,1 %)</b>
Re-Verschluss/Stenose des Zielgefäßes	28 (7,1 %)	101 (26,0 %)
Major-Amputation	1 (0,3 %)	8 (2,0 %)
<b>MACE</b>	<b>7 (1,8 %)</b>	<b>23 (5,9 %)</b>
Herzinfarkt	2 (0,5 %)	4 (1,0 %)
Apoplex	0	4 (1,0 %)
Tod	5 (1,3 %)	15 (3,8 %)
<b>Majorkomplikationen (inkl. MACE)</b>	<b>58 (14,8 %)</b>	<b>134 (34,5 %)</b>
<b>Gesamtkomplikationen</b>	<b>73 (18,6 %)</b>	<b>134 (34,5 %)</b>

**Tabelle 25: Komplikationen, interventionelle Therapie bei pAVK, CLI und IC**

	perioperative Komplikationen n = (%)		Spätkomplikationen n = (%)	
	CLI n = 119	IC n = 274	CLI n = 115	IC n = 273
Patienten insgesamt, n = 393				
<b>Minorkomplikationen</b>	<b>7 (5,88 %)</b>	<b>8 (2,9 %)</b>		
Aneurysma spurium ohne Revision	6 (5,0 %)	7 (2,6 %)	0	0
Wundheilungsstörung ohne Revision	0	0	0	0
Andere Komplikationen (siehe Tab. 23)	1 (0,8 %)	1 (0,3 %)		
<b>Majorkomplikationen, inkl. MALE (ohne MACE)</b>	<b>22 (18,5 %)</b>	<b>29 (10,6 %)</b>	<b>42 (36,5 %)</b>	<b>61 (22,3 %)</b>
Aneurysma spurium mit Revision	0 (0 %)	3 (1,1 %)	0	0
Wundheilungsstörung mit Revision	3 (2,5 %)	3 (1,1 %)	1 (0,9 %)	1 (0,4 %)
Verschluss-System Komplikationen	1 (0,8 %)	2 (0,7 %)		
Distale Embolie	3 (2,5 %)	4 (1,5 %)		
Relevante Blutungen	2 (1,7 %)	1 (0,3 %)		
<b>MALE</b>	<b>13 (10,9 %)</b>	<b>16 (5,8 %)</b>	<b>48 (41,7 %)</b>	<b>61 (22,3 %)</b>
Re-Verschluss/Stenose des Zielgefäßes	12 (10,1 %)	16 (5,8 %)	41 (35,6 %)	60 (22,0 %)
Major-Amputation	1 (0,8 %)	0 (0 %)	7 (6,1 %)	1 (0,4 %)
<b>MACE</b>	<b>5 (4,2 %)</b>	<b>2 (0,7 %)</b>	<b>14 (12,2 %)</b>	<b>9 (3,3 %)</b>
Herzinfarkt	1 (0,8 %)	1 (0,3 %)	1 (0,9 %)	3 (1,1 %)
Apoplex	0	0	2 (1,7 %)	2 (0,7 %)
Tod	4 (3,4 %)	1 (0,3 %)	11 (9,6 %)	4 (1,5 %)
<b>Gesamtkomplikationen</b>	<b>34 (28,6 %)</b>	<b>39 (14,2 %)</b>	<b>63 (54,8 %)</b>	<b>71 (26,0 %)</b>
p-Wert, $\chi^2$	0,001		0,001	

### 3.3.2 Eingriffszeit Analyse bei endovaskulärer Therapie bei pAVK

Die Interventionszeit betrug im Mittel 59,9 (Median 51, Minimum 6, Maximum 240) Minuten. Bei Männern dauerte die Intervention im Mittel  $62,6 \pm 35,9$  (Median 55, Minimum 10, Maximum 180) Minuten. Bei Frauen betrug die Eingriffszeit im Mittel  $55,7 \pm 35,2$  (Median 49, Minimum 6, Maximum 240) Minuten und war im Trend kürzer als bei Männern ( $p = 0,061$ ). Die Details sind in der Tabelle 26 dargestellt.

**Tabelle 26: Eingriffszeit, endovaskuläre Therapie bei pAVK, Männer vs. Frauen**

	Männer	Frauen	p-Wert
Insgesamt (n = 393), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD, (Median; Minimum – Maximum) Minuten	n = 241 $62,6 \pm 35,9$ (55, 10 – 180)	n = 152 $55,7 \pm 35,2$ (49, 6 – 240)	0,061
IC (n = 274), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD, (Median; Minimum – Maximum) Minuten	n = 168 $59,4 \pm 36,2$ (49, 10 – 180)	n = 106 $52,2 \pm 33,9$ (46,0, 6 – 240)	0,096
CLI (n = 119), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD, (Median; Minimum – Maximum) Minuten	n = 73 $69,8 \pm 34,5$ (65, 13 – 160)	n = 46 $63,6 \pm 37,1$ (53,5, 10 – 147)	0,367

Die Eingriffszeiten wurden nach dem Zeitpunkt der Komplikationen (perioperative und Spätkomplikationen) in Tabelle 27 und Tabelle 28 ausführlich dargestellt. Es wurde sowohl im gesamten Krankengut als auch nach IC und CLI geprüft, ob sich die Eingriffszeiten bei Patienten mit Komplikationen und solchen ohne Komplikationen signifikant unterscheiden (Welch´s T-Test).

Die Eingriffe dauerten bei Patienten mit perioperativen Komplikationen im Gesamtkrankengut signifikant länger. Das Gleiche galt auch für Patienten mit CLI, während sich Patienten mit IC in ihren Operationszeiten nicht danach unterscheiden, ob die Patienten Komplikationen aufwiesen oder nicht (Tabelle 27, Bild 9).

**Tabelle 27: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, interventionelle Therapie bei pAVK**

	Patienten ohne perioperative Komplikationen	Patienten mit perioperativen Komplikationen	p-Wert
Insgesamt (n = 393), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 340 58,1 ± 35,0 (50,0)	n = 53 71,2 ± 38,5 (63,0)	0,023
IC (n = 274), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 247 56,1 ± 35,0 (48,0)	n = 27 61,6 ± 39,0 (49,0)	0,492
CLI (n = 119), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 93 63,5 ± 34,6 (55,0)	n = 26 81,3 ± 35,9 (72,0)	0,031

Im Gesamtkrankengut wiesen Patienten mit Spät komplikationen eine signifikant längere Operationszeit auf als Patienten ohne Spät komplikationen. Separat unterschieden nach CLI und IC ließen sich diese Unterschiede in der Operationszeit nicht nachweisen Tabelle 28.

**Tabelle 28: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne Spät komplikationen, interventionelle Therapie bei pAVK**

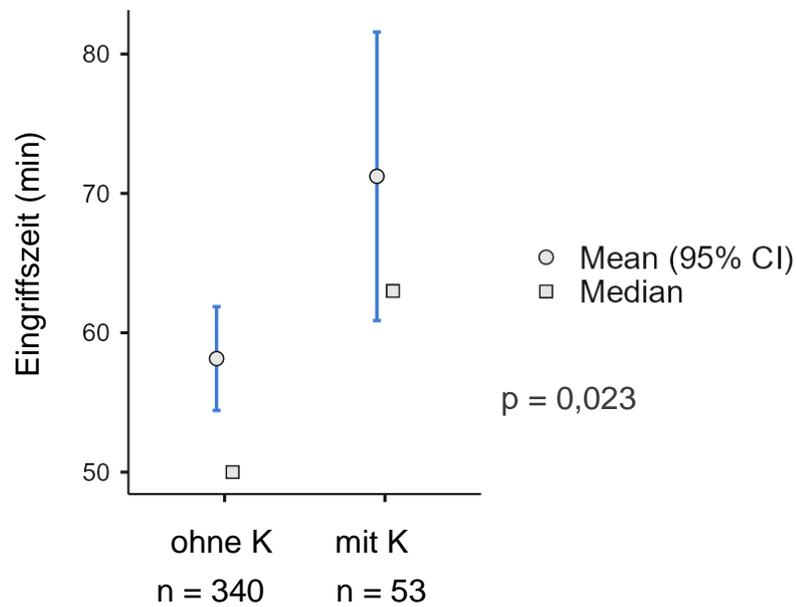
	Patienten ohne Spät komplikationen	Patienten mit Spät komplikationen	p-Wert
Insgesamt (n = 388), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 273 57,5 ± 34,2 (49,0)	n = 115 65,8 ± 39,1 (59,0)	0,049
IC (n = 273), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 206 54,3 ± 33,3 (46,0)	n = 67 64,0 ± 40,9 (55,0)	0,080
CLI (n = 115), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 67 67,6 ± 35,4 (60)	n = 48 68,4 ± 36,7 (60,5)	0,910

Die Patienten mit kumulativen Komplikationen wiesen insgesamt eine signifikant längere Operationszeit ( $p = 0,003$ , Welch's T-Test) auf als Patienten ohne Komplikationen. Für IC und CLI separat ausgewiesen, konnte die Beziehung zwischen Operationszeit und kumulativen Komplikationen nicht bestätigt werden (Tabelle 29 und Bild 10).

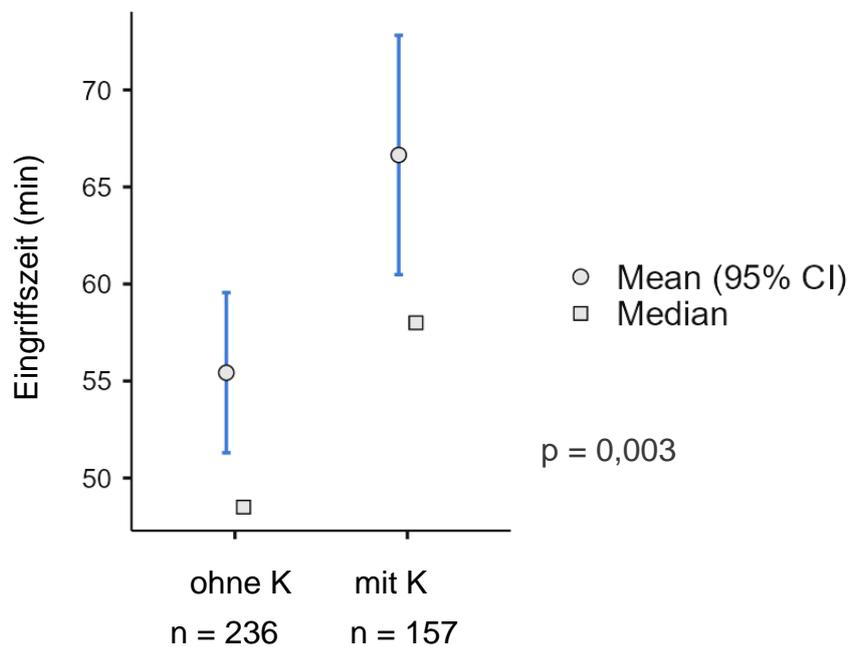
**Tabelle 29: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, interventionelle Therapie bei pAVK**

	Patienten ohne Komplikationen	Patienten mit kumulativen Komplikationen	p-Wert
Insgesamt (n = 393), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 236 55,4 ± 32,4 (48,5)	n = 157 66,6 ± 39,4 (58,0)	0,003
IC (n = 274), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 184 53,6 ± 32,1 (46,5)	n = 90 63,0 ± 40,7 (51,5)	0,056
CLI (n = 119), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 52 62,1 ± 32,6 (54,5)	n = 67 71,6 ± 37,3 (61,0)	0,141

**Bild 9: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, interventionelle Therapie bei pAVK, alle Stadien**



**Bild 10: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, interventionelle Therapie bei pAVK, alle Stadien**



\*Anmerkung:

ohne K – Patienten ohne kumulative Komplikationen

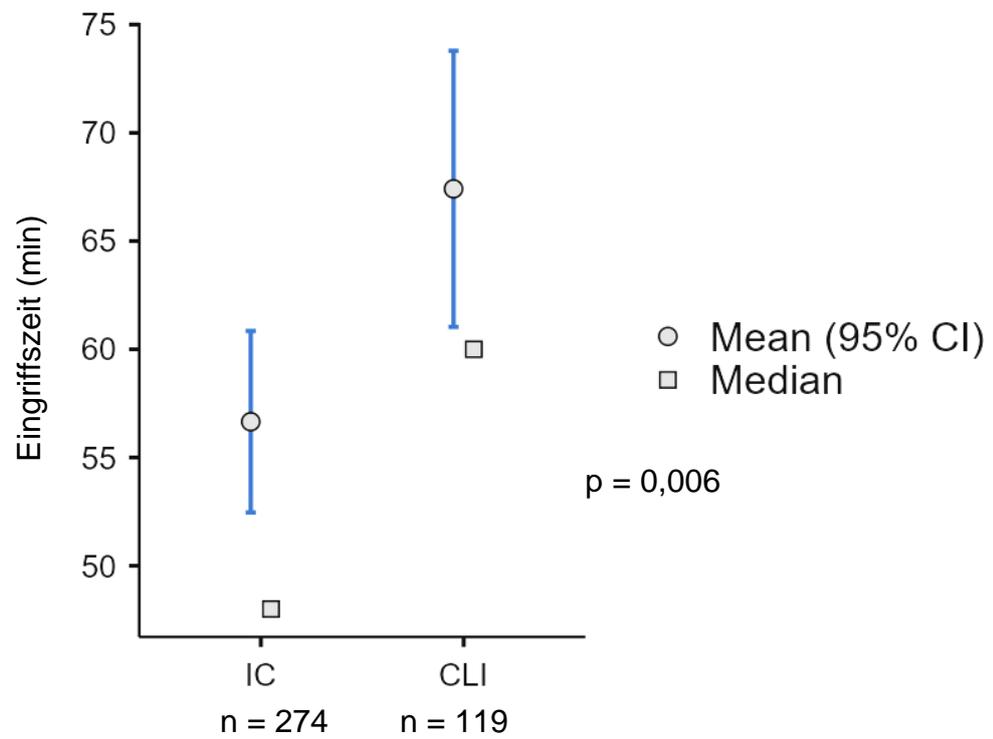
mit K – Patienten mit kumulativen Komplikationen

Des Weiteren wurden die Operationszeiten von Patienten mit CLI und IC einander gegenübergestellt. Eingriffe bei CLI dauerten signifikant länger als bei IC ( $p = 0,006$ , Welch's T-Test). Im Trend waren diese Unterschiede auch dann zu beobachten, wenn man nach Patienten mit und ohne Komplikationen unterschied, jedoch waren diese Unterschiede nicht signifikant (Tabelle 30, Bild 11)

**Tabelle 30: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, IC vs. CLI, interventionelle Therapie bei pAVK**

	Patienten mit IC	Patienten mit CLI	p-Wert
Insgesamt (n = 393), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 274 56,7 $\pm$ 35,4 (48,0)	n = 119 67,4 $\pm$ 35,5 (60,0)	0,006
Patienten ohne kumulative Komplikationen (n = 236), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 184 53,6 $\pm$ 32,1 (46,5)	n = 52 62,1 $\pm$ 32,6 (54,5)	0,100
Patienten mit kumulativen Komplikationen (n = 156), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 90 63,0 $\pm$ 40,7 (51,5)	n = 67 71,6 $\pm$ 37,3 (61,0)	0,173

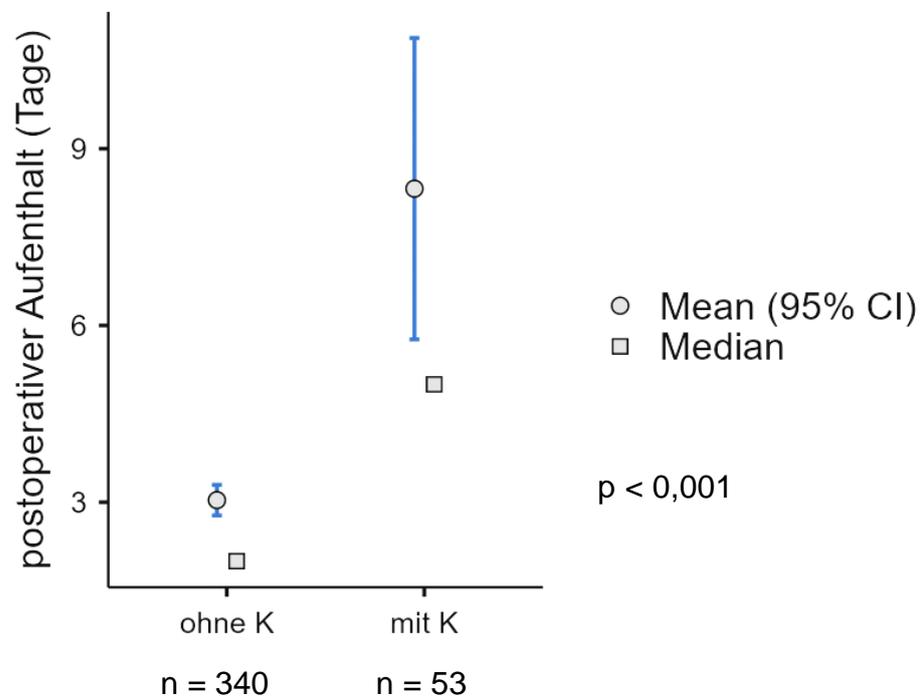
**Bild 11: Eingriffszeit bei interventioneller Therapie bei pAVK, CLI vs. IC, alle Stadien**



### 3.3.3 Postinterventionelle stationäre Aufenthaltsdauer bei endovaskulärer Versorgung der pAVK.

Postinterventionell befanden sich die Patienten stationär im Mittel  $3,75 \pm 4,51$  (Median 2; Minimum 1; Maximum 50) Tage im Krankenhaus. Patienten ohne perioperative Komplikationen blieben im Mittel  $3,07 \pm 2,53$  (Median – 2) Tage im Krankenhaus, Patienten mit perioperativen Komplikationen  $8,08 \pm 9,49$  (Median – 5) Tage ( $p < 0,001$ , Mann-Whitney Test, Bild 12).

**Bild 12: stationärer Aufenthalt bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, interventioneller Therapie bei pAVK**



\*Anmerkung:

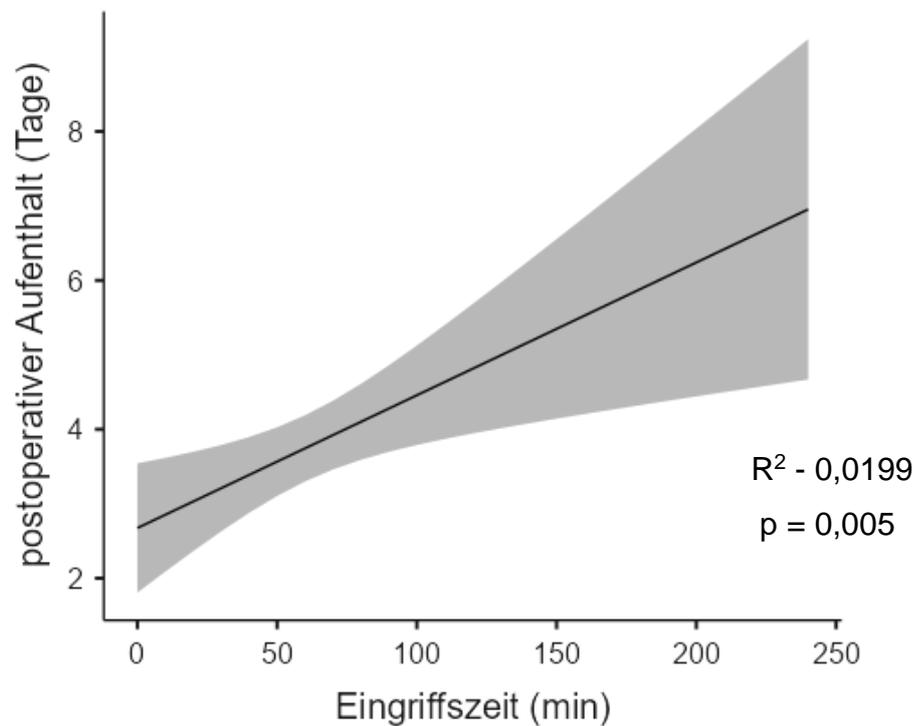
ohne K – Patienten ohne kumulative Komplikationen

mit K – Patienten mit kumulativen Komplikationen

### 3.3.4 Korrelation zwischen Operationsdauer und Krankenhausaufenthaltsdauer, interventionelle Therapie bei pAVK

Bei der Analyse der Korrelation zwischen Operationszeit und postoperativer Liegedauer konnte eine statistisch signifikante Assoziation festgestellt werden ( $R^2 = 0,0199$ ,  $p = 0,005$ , Bild 13).

**Bild 13: Korrelation: postoperativer Krankenhausaufenthalt - Eingriffszeit, interventionelle Therapie bei pAVK, lineare Regression**



### **3.4 Offene Therapie bei pAVK**

#### **3.4.2 Komplikationsrate, offene Eingriffe bei pAVK**

Die perioperative Komplikationsrate betrug über alle Stadien 34 % (34 Komplikationen), die Spätkomplikationsrate 28,8 % (28 Komplikationen). Intraoperative Komplikationen wurden nicht beobachtet. Bei dieser Berechnung konnte ein Patient mehrere Komplikationen haben. 30 von 100 (30 %) Patienten wiesen 34 perioperative Komplikationen auf. 23 von 97 (23,7 %) Patienten wiesen 28 Spätkomplikationen auf. Details zu den Komplikationen sind in der Tabelle 31 dargestellt.

6 Patienten (6 %) hatten eine perioperative Reoperation, wegen Spätkomplikationen erfolgten ein endovaskulärer (1 %) Re-Eingriff und 14 (14,4 %) konventionelle Reoperationen. Eine Wiederaufnahme innerhalb 30 Tagen erfolgte bei 10 (10 %) Patienten und später in 14 Fällen (14,4 %).

Des Weiteren wurde geprüft, ob sich Patienten mit kritischer Extremitätenischämie (CLI) von denen mit Claudicatio intermittens (IC) in ihren Komplikationen unterscheiden. Die perioperative Komplikationsrate betrug bei IC 23,2 % und bei CLI 58,1 % ( $p = 0,007$ ), die Spätkomplikationsrate betrug bei IC 22,0 % und bei CLI 44,8 % ( $p = 0,103$ ) (siehe Tabelle 32).

\*Anmerkung:

- CLI – chronische Ischämie der Extremitäten (chronic limb ischaemia), Rutherford Stadium 4 – 6
- IC – Claudicatio intermittens bei pAVK, (Rutherford Stadium 1 – 3)
- MALE – major limb adverse events, (Amputation, Herzinfarkt, Apoplex, Tod)
- MACE – major adverse cardiovascular events.

**Tabelle 31: Komplikationen, offene Eingriffe bei pAVK, Gesamtkrankengut**

	perioperative Komplikationen n = (%)	Spätkomplikationen n = (%)
Patienten insgesamt	n = 100	n = 97
<b>Minorkomplikationen</b>	<b>1 (1 %)</b>	
Wundheilungsstörung ohne Revision	0	0
Blutung ohne Revision	0	0
Andere Komplikationen (Postoperative Pneumonie)	1 (1 %)	0
<b>Majorkomplikationen, inkl. MALE (ohne MACE)</b>	<b>27 (27 %)</b>	<b>23 (23,7 %)</b>
Blutung mit Revision	4 (4 %)	
Wundheilungsstörung mit Revision	19 (19 %)	1 (1 %)
Bypass-Infekt	0 (0 %)	4 (4,1 %)
Embolie	0	0
<b>MALE</b>	<b>4 (4 %)</b>	<b>18 (18,6 %)</b>
Gefäßverschluss/ Restenose	4 (4 %)	15 (15,5 %)
Major-Amputation	0 (0 %)	3 (3 %)
<b>MACE</b>	<b>6 (6 %)</b>	<b>5 (5,2 %)</b>
Herzinfarkt	3 (3 %)	2 (2 %)
Apoplex	0 (0 %)	0 (0 %)
Tod	3 (3 %)	3 (3 %)
<b>Majorkomplikationen (inkl. MACE)</b>	<b>33 (33 %)</b>	<b>28 (28,86 %)</b>
<b>Gesamtkomplikationen</b>	<b>34 (34 %)</b>	<b>28 (28,86 %)</b>

**Tabelle 32: Komplikationen, offene Eingriffe bei pAVK, IC vs. CLI**

	perioperative Komplikationen n = (%)		Spätkomplikationen n = (%)	
	IC, n = 69	CLI, n = 31	IC, n = 68	CLI, n = 29
<b>Minorkomplikationen</b>	<b>1 (1 %)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Wundheilungsstörung ohne Revision	0	0	0	0
Blutung ohne Revision	0	0	0	0
Andere Komplikationen, postoperative Pneumonie	1 (1 %)	0	0	0
<b>Majorkomplikationen, inkl. MALE (ohne MACE)</b>	<b>13 (18,8 %)</b>	<b>14 (45,2 %)</b>	<b>12 (17,6 %)</b>	<b>11 (37,9 %)</b>
Blutung mit Revision	3 (4,3 %)	1 (3,2 %)		
Wundheilungsstörung mit Revision	8 (11,6 %)	11 (35,5 %)	1 (1,5 %)	0 (0 %)
Bypass-Infekt	0 (0 %)	0 (0 %)	3 (4,4 %)	1 (3,4 %)
Embolie	0	0	0	0
<b>MALE</b>	<b>2 (2,9 %)</b>	<b>2 (6,5 %)</b>	<b>8 (11,7 %)</b>	<b>10 (34,4 %)</b>
Gefäßverschluss/ Restenose	2 (2,9 %)	2 (6,5 %)	8 (11,7 %)	7 (24,1 %)
Major-Amputation	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	3 (10,3 %)
<b>MACE</b>	<b>2 (2,8 %)</b>	<b>4 (12,9 %)</b>	<b>3 (4,4 %)</b>	<b>2 (6,9 %)</b>
Herzinfarkt	1 (1,4 %)	2 (6,5 %)	1 (1,5 %)	1 (3,4 %)
Apoplex	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Tod	1 (1,4 %)	2 (6,5 %)	2 (2,9 %)	1 (3,4 %)
<b>Gesamtkomplikationen</b>	<b>16 (23,2 %)</b>	<b>18 (58,1 %)</b>	<b>15 (22,0 %)</b>	<b>13 (44,8 %)</b>
p-Wert, $\chi^2$	0,007		0,103	

### 3.4.3 Eingriffszeit Analyse, offene Eingriffe bei pAVK.

Die Operationszeit bei offenen Eingriffen bei pAVK betrug im Mittel 169 (Median 162, Minimum 53, Maximum 328) Minuten. Bei Männern dauerte die Operation im Mittel  $168 \pm 54,5$  (Median 164, Minimum 53, Maximum 328) Minuten. Bei Frauen betrug die Operationszeit im Mittel 171 (Median 150, Minimum 86, Maximum 323) Minuten und war damit nicht signifikant unterschiedlich im Vergleich zur der der Männer. Die Details sind in der Tabelle 33 dargestellt.

**Tabelle 33: Eingriffszeit bei offenen Eingriffen bei pAVK, Männer vs. Frauen**

	Männer	Frauen	p-Wert
Insgesamt (n = 100), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median; Min – Max) Minuten	n = 69 $168 \pm 54,5$ (164; 53 – 328)	n = 31 $171 \pm 59,5$ (150; 86 – 323)	0,834
IC (n = 69), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median; Min – Max) Minuten	n = 46 $159 \pm 48,7$ (161; 53 – 248)	n = 23 $169 \pm 55,9$ (149; 86 – 306)	0,443
CLI (n = 31), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median; Min – Max) Minuten	n = 23 $188 \pm 61,1$ (181; 71 – 328)	n = 8 $176 \pm 74,0$ (160; 101 – 323)	0,694

Die Eingriffszeiten wurden nach dem Zeitpunkt der Komplikationen (perioperative und Spätkomplikationen) in Tabelle 34 und Tabelle 35 ausführlich dargestellt. Es wurde sowohl im gesamten Krankengut als auch nach IC und CLI geprüft, ob sich die Eingriffszeiten bei Patienten mit Komplikationen und solchen ohne Komplikationen signifikant unterschieden.

Die Eingriffe dauerten bei Patienten mit perioperativen Komplikationen im Gesamtkrankengut signifikant länger ( $p = 0,025$ , Welch's T-Test). Getrennt nach Patienten mit IC oder CLI ergaben sich jedoch keine Unterschiede in den Operationszeiten bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen (Tabelle 34, Bild 15).

**Tabelle 34: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, offene Eingriffe bei pAVK**

	Patienten ohne perioperative Komplikationen	Patienten mit perioperativen Komplikationen	p-Wert
Insgesamt (n = 100), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 70 161 ± 53,2 (158)	n = 30 189 ± 57,8 (186)	0,025
IC (n = 69), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 54 159 ± 50,9 (156)	n = 15 176 ± 50,8 (176)	0,259
CLI (n = 31), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 16 168 ± 61,4 (162)	n = 15 202 ± 63,0 (188)	0,134

Die Analyse der Operationszeiten bei den Patienten mit Spät komplikationen sowohl im Gesamtkrankengut als auch separat bei CLI und IC, konnte keinen signifikanten Unterschied nachweisen (Tabelle 35).

**Tabelle 35: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne Spät komplikationen, offene Eingriffe bei pAVK**

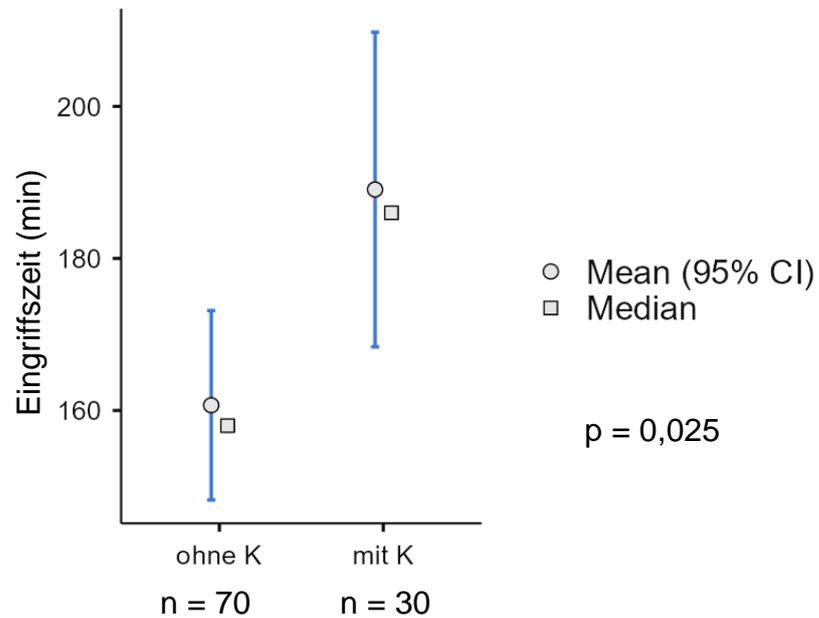
	Patienten ohne Spät komplikationen	Patienten mit Spät komplikationen	p-Wert
Insgesamt (n = 97), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 74 169 ± 56,2 (163)	n = 23 162 ± 47,4 (155)	0,515
IC (n = 68), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 55 167 ± 52,9 (161)	n = 13 146 ± 41,7 (135)	0,143
CLI (n = 29), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 19 177 ± 65,8 (163)	n = 10 182 ± 48,5 (179)	0,835

Des Weiteren wurden die Operationszeiten von Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen untersucht. Die Daten sind in der Tabelle 36 und die graphische Verteilung im Bild 14 dargestellt. Die Eingriffe mit kumulativen Komplikationen hatten im Gesamtkrankengut ca. 9 Minuten länger gedauert als die komplikationslosen Eingriffe. Der Unterschied war jedoch statistisch nicht signifikant ( $p = 0,445$ ). Das gleiche galt, wenn zwischen Patienten mit IC und CLI differenziert wurde.

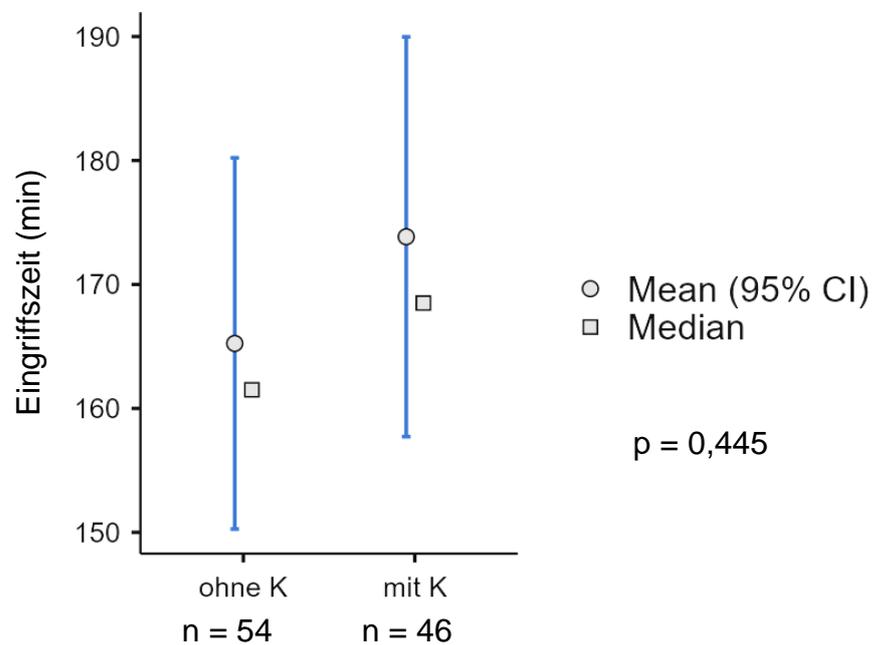
**Tabelle 36: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, offene Eingriffe bei pAVK**

	Patienten ohne kumulative Komplikationen	Patienten mit kumulativen Komplikationen	p-Wert
Insgesamt (n = 100), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 54 165 ± 56,1 (162)	n = 46 174 ± 55,8 (169)	0,445
IC (n = 69), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 42 163 ± 52,7 (161)	n = 27 161 ± 49,2 (150)	0,906
CLI (n = 31), Eingriffszeit Mittelwert ± SD (Median) Minuten	n = 12 174 ± 68,7 (162)	n = 19 192 ± 61,0 (181)	0,467

**Bild 15: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, (IC+CLI), offene Eingriffe bei pAVK**



**Bild 14: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, (IC+CLI), offene Eingriffe bei pAVK**



\*Anmerkung:

ohne K – Patienten ohne kumulative Komplikationen

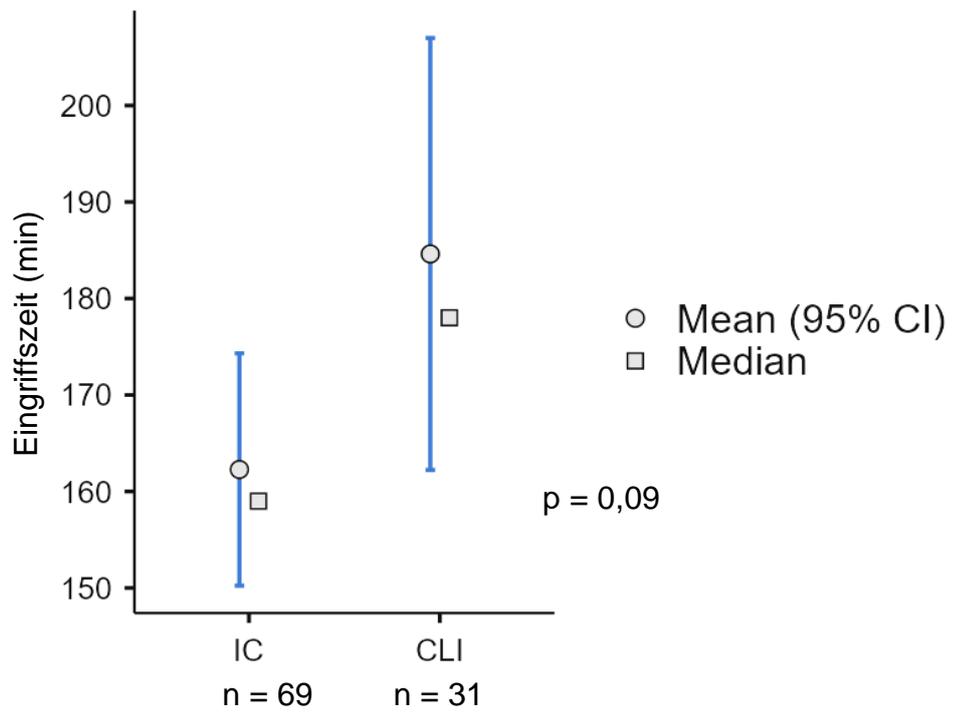
mit K – Patienten mit kumulativen Komplikationen

Des Weiteren wurden die kumulative Operationszeiten von Patienten mit CLI und IC einander gegenübergestellt (Tabelle 37, Bild 16) Insgesamt wiesen die Patienten mit CLI in Trend längere Operationszeiten als Patienten mit IC auf, die Unterschiede waren jedoch statistisch nicht signifikant ( $p = 0,09$ , Welch's T-Test).

**Tabelle 37: Eingriffszeit bei kumulativen Komplikationen, offene Eingriffe bei pAVK, IC vs. CLI**

	Patienten mit IC	Patienten mit CLI	p-Wert
Insgesamt (n = 100), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 69 162 $\pm$ 51,6 (159)	n = 31 185 $\pm$ 63,6 (178)	0,09
Patienten ohne kumulative Komplikationen (n = 54), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 42 163 $\pm$ 52,7 (161)	n = 12 174 $\pm$ 68,7 (162)	0,624
Patienten mit kumulativen Komplikationen (n = 46), Eingriffszeit Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 27 161 $\pm$ 49,2 (150)	n = 19 192 $\pm$ 61,0 (181)	0,083

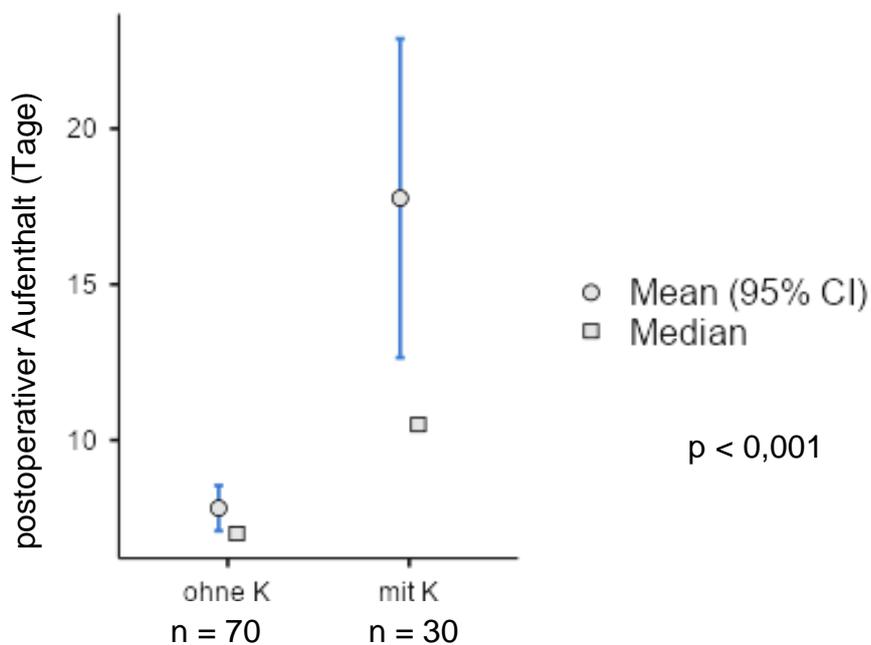
**Bild 16: Eingriffszeit, CLI vs. IC, offene Eingriffe bei pAVK**



### 3.4.4 Postoperative stationäre Aufenthaltsdauer bei offener Therapie der pAVK

Postoperativ befanden sich die Patienten stationär im Mittel  $10,8 \pm 9,36$  (Median 8; Minimum 3; Maximum 56) Tage im Krankenhaus. Patienten ohne perioperative Komplikationen blieben im Mittel  $7,8 \pm 3,11$  (Median – 7) Tage im Krankenhaus, Patienten mit perioperativen Komplikationen  $17,8 \pm 14,3$  (Median – 10,5) Tage ( $p < 0,001$ , Mann-Whitney T-Test, Bild 17). Bei IC betrug der postoperative Aufenthalt im Mittel  $9,2 \pm 7,14$  Tage, bei CLI waren es  $14,4 \pm 12,4$  Tage ( $p = 0,001$ ).

**Bild 17: Postoperativer stationäre Aufenthalt bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, operative Therapie bei pAVK (IC und CLI zusammengefasst)**



\*Anmerkung:

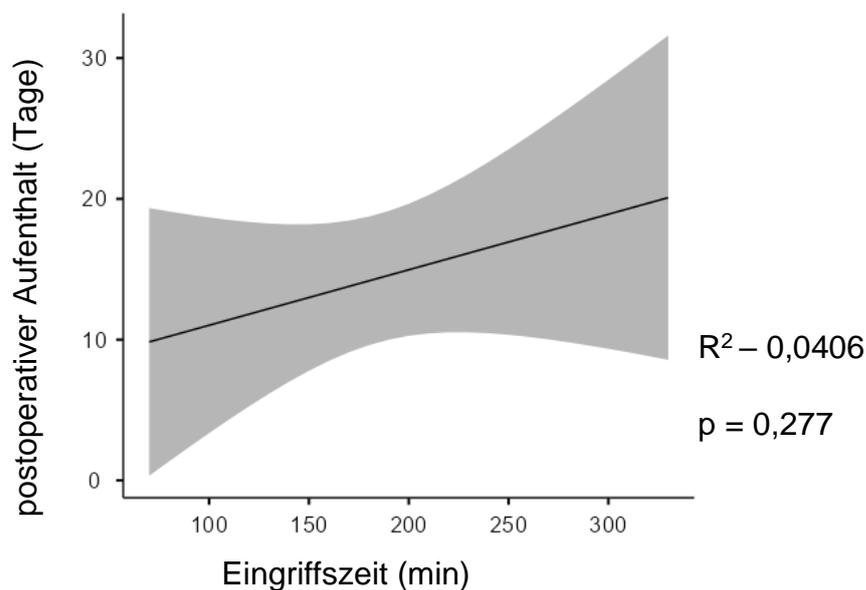
ohne K – Patienten ohne perioperative Komplikationen

mit K – Patienten mit perioperativen Komplikationen

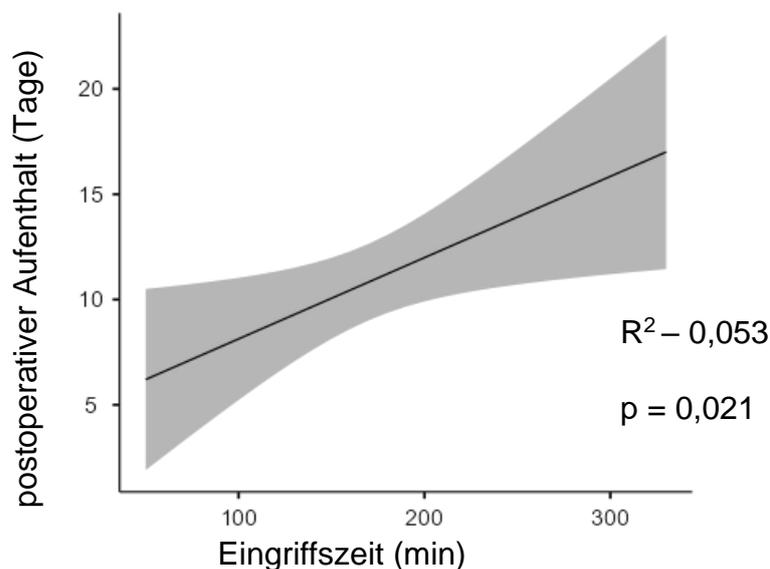
### 3.4.5 Korrelation zwischen Operationsdauer und Krankenhausaufenthaltsdauer, offene Therapie bei pAVK

Bei der Analyse der Korrelation zwischen Operationszeit und postoperativer Liegedauer konnte eine statistisch signifikante Korrelation für das gesamte Krankengut festgestellt werden ( $R^2 = 0,0530$ ,  $p = 0,021$ , Bild 19). Dieser Zusammenhang beruhte auf der längeren Operationszeit bei CLI verglichen mit IC. In der Subgruppen-Analyse (für CLI und IC getrennt) ließ sich kein Zusammenhang zwischen Operationsdauer und postoperativer Liegedauer nachweisen (Bild 18).

**Bild 18: Korrelation: postoperativer Krankenhausaufenthalt – Operationszeit, offene Therapie bei pAVK, CLI, lineare Regression**



**Bild 19. Korrelation: postoperativer Krankenhausaufenthalt – Operationszeit, offene Therapie bei pAVK, Gesamtkrankengut, lineare Regression**



### 3.5 Gesamtkrankengut

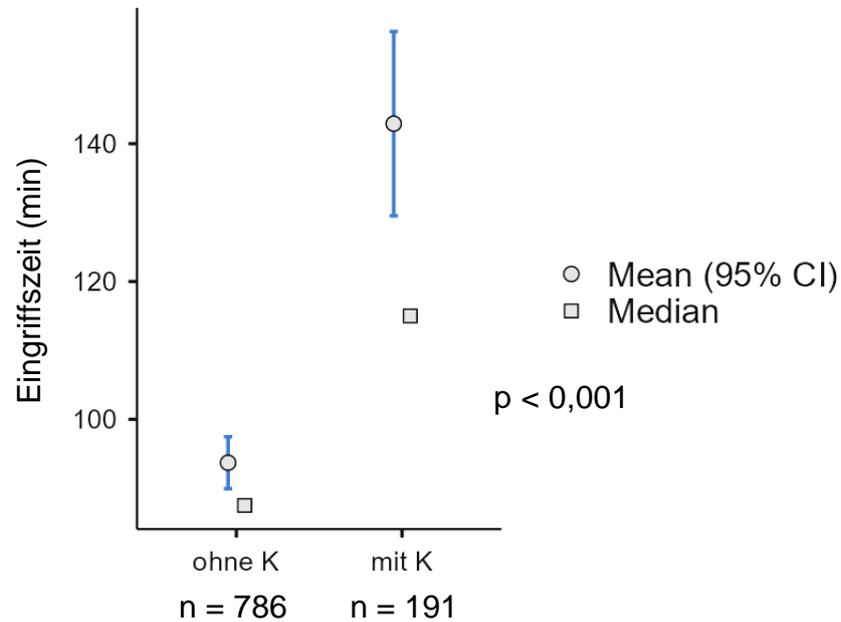
#### 3.5.1 Eingriffszeit Analyse im gesamten gefäßchirurgischen Krankengut

Des Weiteren wurden alle 977 erfassten Fälle hinsichtlich einer Korrelation zwischen Eingriffsdauer und Komplikationen (Minor- und Major-Komplikationen zusammengefasst) überprüft. Es konnten 348 kumulative Komplikationen (35,6 %) und 191 perioperative Komplikationen (19,5 %) bei 977 Fällen beobachtet werden. Die Operationszeit in dem gesamten gefäßchirurgischen Krankengut betrug im Mittel  $103 \pm 66,7$  (Median 93, Minimum 6, Maximum 499) Minuten. Eingriffe mit perioperativen Komplikationen hatten eine signifikant längere Eingriffszeit im Vergleich zu den komplikationslosen Eingriffen (93,7 vs. 143 min,  $p < 0,001$ , Welch's T-Test). Hinsichtlich der kumulativen Komplikationen waren die Unterschiede nicht ganz so ausgeprägt (96,3 vs. 116 min), aber ebenfalls signifikant ( $p < 0,001$ , Welch's T-Test). Die Details sind in der Tabelle 38 und Bild 21 und Bild 20 dargestellt.

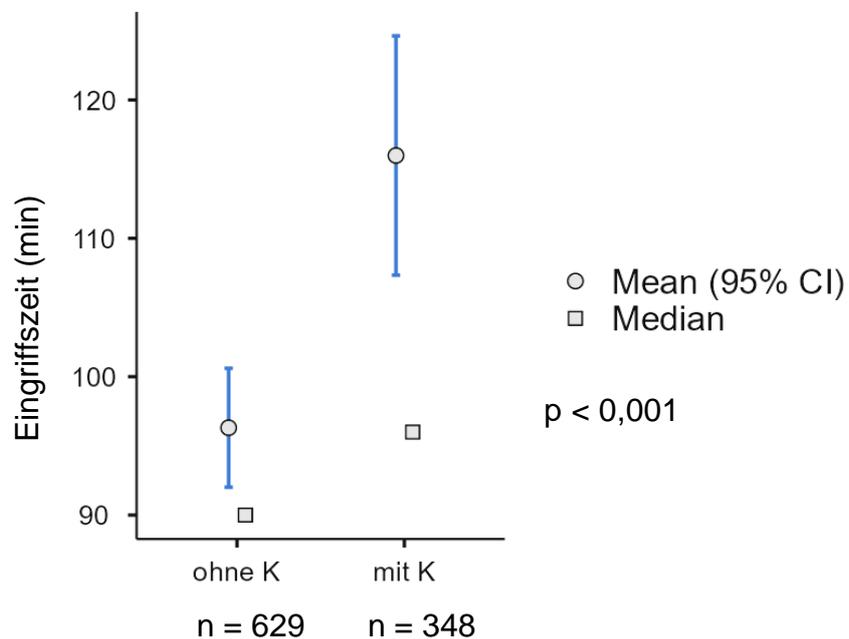
**Tabelle 38: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne Komplikationen im gesamten gefäßchirurgischen Krankengut**

	Patienten ohne Komplikationen	Patienten mit Komplikationen	p-Wert
Eingriffszeit bei perioperativen Komplikationen, Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 786 $93,7 \pm 53,8$ (87,5)	n = 191 $143 \pm 94,3$ (115)	< 0,001
Eingriffszeit bei Spätkomplikationen, Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 775 $101 \pm 58,8$	n = 188 $99,0 \pm 70,0$	0,713
Eingriffszeit bei kumulativen Komplikationen, Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 629 $96,3 \pm 55,0$ (90,0)	n = 348 $116 \pm 82,3$ (96,0)	< 0,001

**Bild 21: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, Gesamtkrankengut**



**Bild 20: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, Gesamtkrankengut**



\*Anmerkung:

ohne K – Patienten ohne perioperative Komplikationen

mit K – Patienten mit perioperativen Komplikationen

Da die mittleren Operationszeiten wesentlich durch die Dauer der Aorteneingriffe dominiert waren, wurde zusätzlich das Gesamtkrankengut ohne die Aorteneingriffe analysiert (Tabelle 39). Weiterhin waren die Operationszeiten bei Patienten mit perioperativen und kumulierten Komplikationen signifikant höher als bei Patienten ohne Komplikationen. Patienten mit und ohne Spätkomplikationen unterschieden sich hingegen nicht in ihren Operationszeiten.

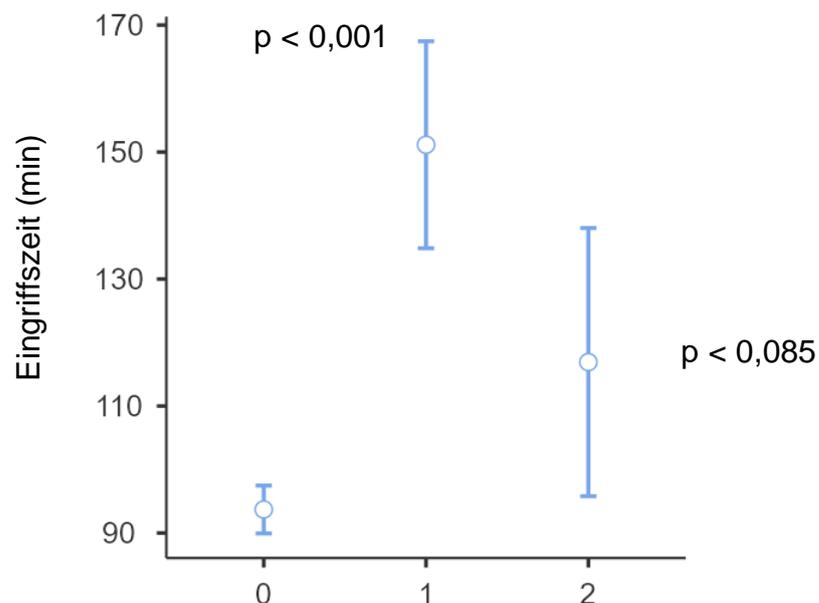
**Tabelle 39: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne Komplikationen, Gesamtkrankengut ohne Aorteneingriffen**

	Patienten ohne Komplikationen	Patienten mit Komplikationen	p-Wert
Eingriffszeit bei perioperativen Komplikationen, Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 631 83,4 $\pm$ 47,8 (76,0)	n = 146 110 $\pm$ 59,7 (96,0)	< 0,001
Eingriffszeit bei Spätkomplikationen, Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 619 89,2 $\pm$ 50,1 (82,0)	n = 154 83,4 $\pm$ 51,9 (72,0)	0,213
Eingriffszeit bei kumulativen Komplikationen, Mittelwert $\pm$ SD (Median) Minuten	n = 497 85 $\pm$ 47,9 (78,0)	n = 280 94,6 $\pm$ 56,4 (86,5)	0,017

### 3.5.2 Eingriffszeit Bewertung nach Komplikationen-Typ, Gesamtkrankengut Perioperative Komplikationen

Des Weiteren wurde bei den 191 Patienten mit perioperativen Komplikationen danach unterschieden, ob es sich um chirurgische oder allgemeine Komplikationen handelte. Patienten ohne jegliche perioperativen Komplikationen wiesen eine signifikant kürzere Operationszeit auf ( $93,7 \pm 53,8$  min) als Patienten mit chirurgischen Komplikationen ( $151 \pm 99,3$  min,  $p < 0,001$ ). Die Operationszeit bei Patienten mit allgemeinen Komplikationen betrug im Mittel  $116,9 \pm 71,1$  min und war im Trend länger als die von Patienten ohne perioperative Komplikationen ( $p < 0,085$ ). Die Operationszeit bei Patienten mit allgemeinen Komplikationen war signifikant kürzer ( $116,9 \pm 71,1$  min) als die der Patienten mit chirurgischen Komplikationen ( $151 \pm 99,3$  min,  $p = 0,031$ ) (Bild 22).

**Bild 22: Eingriffszeiten bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen im Gesamtkrankengut, chirurgische und allgemeine Komplikationen, Welch's Anova**



\*Anmerkung:

0 – Patienten ohne Komplikationen (n = 786)

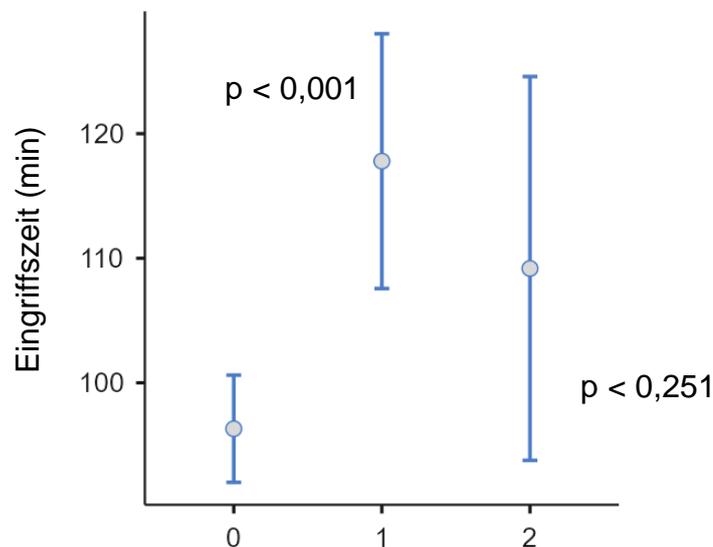
1 – Patienten mit perioperativen chirurgischen Komplikationen (n = 145)

2 – Patienten mit perioperativen allgemeinen Komplikationen (n = 46).

### Allgemeine und chirurgische Komplikationen

Patienten ohne kumulative Komplikationen hatten mit einer Operationszeit von im Mittel  $96,3 \pm 55,0$  Minuten eine signifikant kürzere Operationszeit als solche mit kumulativen Komplikationen ( $116 \pm 82,3$ ,  $p = 0,001$ ) (Tabelle 38). Die Operationszeit bei den Patienten ohne kumulative Komplikationen war mit im Mittel  $96,3 \pm 55,0$  Minuten signifikant kürzer als die Operationszeit bei den Patienten mit kumulativen chirurgischen Komplikationen ( $117,8 \pm 86,1$ ) ( $p = 0,001$ ). Die Operationszeit bei den Patienten mit allgemeinen kumulativen Komplikationen betrug  $109,2 \pm 66,0$  Minuten und war nicht signifikant länger als die bei Patienten ohne Komplikationen ( $p < 0,251$ ). Der Unterschied in der Operationszeit bei Patienten mit allgemeinen ( $109,2 \pm 66,0$ ) versus chirurgische kumulative Komplikationen ( $117,8 \pm 86,1$ ) war nicht signifikant ( $p = 0,625$ ) (Bild 23).

**Bild 23: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen im Gesamtkrankengut, chirurgische und allgemeine Komplikationen, Welch's Anova**



\*Anmerkung:

0 – Patienten ohne kumulative Komplikationen (n = 629),

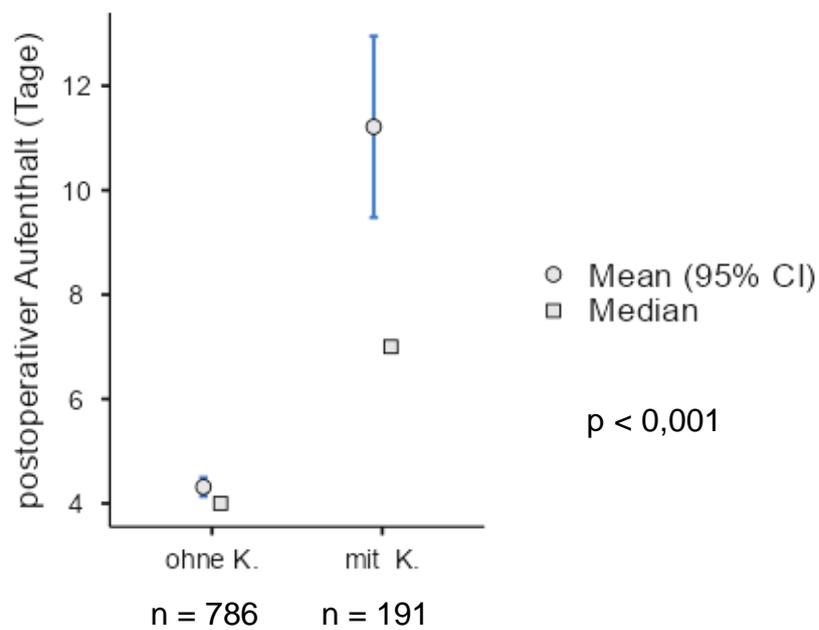
1 – Patienten mit kumulativen chirurgischen Komplikationen (n = 275),

2 – Patienten mit kumulativen allgemeinen Komplikationen (n = 73).

### 3.5.3 Krankenhausaufenthaltsdauer im Gesamtkrankengut

Die Krankenhausaufenthaltsdauer war im Gesamtkrankengut bei Patienten ohne perioperative Komplikationen (n = 786) signifikant kürzer ( $4,32 \pm 2,58$  Tage) als bei Patienten mit perioperativen Komplikationen (n = 191) ( $11,2 \pm 12,2$  Tage) ( $p < 0,001$ , Mann-Whitney T-Test, Bild 24).

**Bild 24: Krankenhausaufenthaltsdauer im Gesamtkrankengut bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen**



\* Anmerkung:

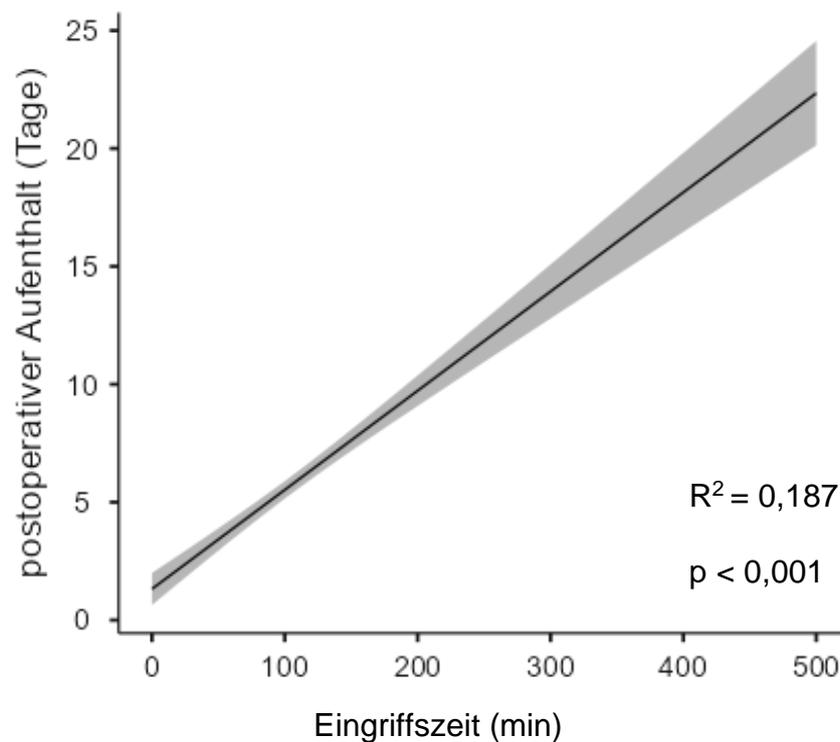
ohne K. – Patienten ohne Komplikationen (n = 786)

mit K. – Patienten mit Komplikationen (n = 191).

### 3.5.4 Korrelation zwischen Operationsdauer und Krankenhausaufenthaltsdauer, Gesamtkrankengut

Bei der Analyse der Korrelation zwischen Operationszeit und postoperativer Liegedauer konnte eine statistisch signifikante Korrelation festgestellt werden ( $R = 0,433$ ,  $R^2 = 0,187$ ,  $p < 0,001$ , Bild 25). Je länger die Operationszeit war, desto länger war auch der postoperative Aufenthalt.

**Bild 25: Korrelation: postoperativer Krankenhausaufenthalt – Operationszeit im Gesamtkrankengut, lineare Regression**



#### **4 Diskussion**

Die vorliegende Untersuchung hatte das Ziel zu überprüfen, inwieweit die Operationszeit einen Hinweis auf die Komplikationsrate gefäßchirurgischer Eingriffe (Carotisendarterektomie, Aorteneingriffe, interventionelle und offene Therapie bei pAVK) geben könnte. Zusätzlich sollte ein möglicher Zusammenhang zwischen Operationszeit und Krankenhausaufenthaltsdauer geprüft werden.

#### 4.1 Carotiseingriffe

Was die CEA angeht, konnte bei der Versorgung asymptomatischer Carotisstenosen im Trend eine kürzere Eingriffszeit bei den Frauen im Vergleich zu den Männern beobachtet werden. Allerdings war eine statistische Signifikanz nur bei der TEA mit Patchplastik festzustellen. Einen Einfluss auf die Komplikationsrate hatte dies nicht, Männer und Frauen unterschieden sich bei Versorgung der asymptomatischen Stenosen nicht in ihren postoperativen Komplikationsraten. Auch bei Versorgung symptomatischer Stenosen wiesen Frauen tendenziell kürzere Operationszeiten auf, ohne Unterschiede zwischen Männern und Frauen hinsichtlich postoperativer Komplikationen. Entsprechend diesen Ergebnissen konnte für die Carotisendarteriektomie insgesamt keine Beziehung zwischen Operationszeit und postoperativer Komplikationsrate gefunden werden.

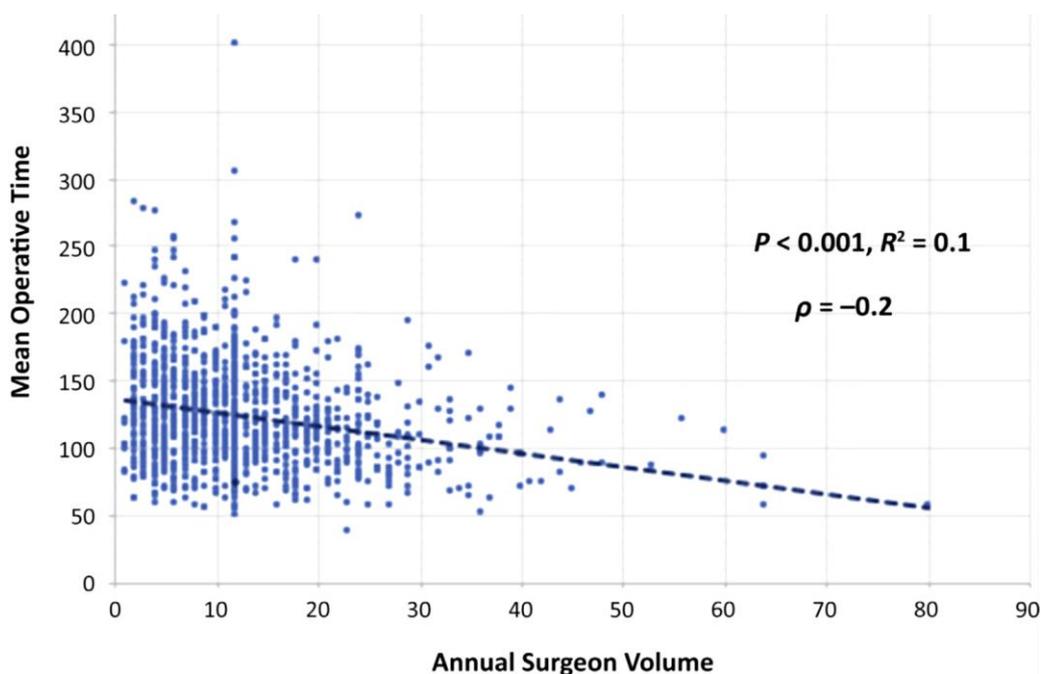
Perri et al. (2017) untersuchten die Beziehung zwischen Operationszeit und Komplikationsrate in einem deutlich größeren Kollektiv von offenen Carotiseingriffen bei insgesamt 26.327 Patienten. Auch in ihrem Krankengut wiesen Männer im Vergleich zu Frauen die längere Operationszeit auf. Eine Erklärung für diese Unterschiede muss offenbleiben. Angaben zu den Komplikationsraten bei Männern und Frauen machten sie nicht. Auch differenzierten sie nicht zwischen symptomatischen und asymptomatischen Carotisstenosen. Im vorliegenden Krankengut waren die Operationszeiten bei der Versorgung symptomatischer und asymptomatischer Carotisstenosen nicht unterschiedlich, das gleiche galt für die kumulative Komplikationsrate nach Versorgung asymptomatischer (27,6 %) und symptomatischer (25,7 %) Patienten ( $p = 0,746$ ) (Perri et al., 2017).

Allerdings war bei Perri et al. im Gegensatz zu hier eine längere Operationsdauer mit einer höheren postoperativen Komplikationsrate assoziiert. Dies könnte zum einen daran liegen, dass ein wesentliches größeres Patientenkollektiv untersucht wurde. Wichtiger erscheint aber das Fallaufkommen der beteiligten Zentren gewesen zu sein. Ein hoher Prozentsatz der insgesamt 1188 Chirurgen (die untersten 2 Quintile) führte weniger als 10 CEA pro Jahr aus. Die Operationszeit war signifikant vom Fallaufkommen von einzelnen Chirurgen abhängig, technische Komplikationen stiegen signifikant an, wenn der Chirurg weniger als 14 CEA pro Jahr durchführte. Letztlich hatten demnach erfahrene Chirurgen mit hohem Fallaufkommen die kürzere Operationszeit und geringere Komplikationsrate (Bild

26). Die Operationszeit war folglich ein Maß für die Erfahrung des Operateurs. Da in der vorliegenden Untersuchung das Fallaufkommen der einzelnen Operateure mit ca. 15 pro Jahr deutlich größer war, ließ sich die Beziehung zwischen der Erfahrung der Operateure, der Komplikationsrate und der Operationszeit nicht darstellen.

Bei den Carotiseingriffen konnte ein Zusammenhang zwischen Operationszeit und postoperativer Krankenhausaufenthaltsdauer nicht nachgewiesen werden ( $p = 0,232$ ). Dies kann damit erklärt werden, dass die Komplikationsrate bei CEA insgesamt wenig streute und niedrig war und dementsprechend auch kein Zusammenhang zwischen Operationszeit und postoperativen Komplikationen gefunden wurde. Im Gegensatz hierzu zeigte sich in der Untersuchung Mehaffey et al. (2017) ein Zusammenhang zwischen der Länge der Operationszeit und der postoperativen Komplikationsrate sowie der Dauer des Krankenhausaufenthalts. Ho et al. (2014) haben ebenso einen Zusammenhang zwischen der Dauer der Operationszeit und der Länge des Krankenhausaufenthalts nachweisen können. In ihrer Untersuchung betrug die Patientensaalzeit 2,6 (Median, 2,3 – 3,2) Std. bei Patienten ohne verlängerten stationären Aufenthalt und 3,0 (2,4 – 3,5) Std. bei Patienten mit verlängertem Krankenhausaufenthalt ( $p = 0,001$ ).

**Bild 26: Mean Operation Time as Function of Surgeon's annual volume.**  
Quelle: JVS., (Perri et al., 2017)



## 4.2 Aorteneingriffe

Die Analyse der Operationszeit aller Aorteneingriffen zeigte im Geschlechtsvergleich 46 min längere Operationen bei den Frauen ( $201 \pm 117$  min) im Vergleich zu den Männern ( $155 \pm 78,1$  min,  $p = 0,058$ ). In der endovaskulären Gruppe war die Operationszeit bei den Frauen in der Tendenz ebenfalls deutlich länger als bei den Männern ( $194 \pm 126$  min vs.  $143 \pm 65$  min) ( $p = 0,09$ ). Die längere Operationszeit bei den Frauen lässt sich damit erklären, dass die Aneurysma-Anatomie bei Frauen signifikant weniger für das endovaskuläre Vorgehen geeignet ist als bei Männern (stärkeres Kinking und schmalere Zugangsgefäße). Dieser Aspekt wurde in der Arbeit von Ulug et al. (2017) untersucht. Die Frauen (34 %) waren seltener als Männern (54 %) für eine endovaskuläre Aorten-Versorgung geeignet. Darüber hinaus war die 30-Tage-Mortalität bei den Frauen (2 – 3 %) höhere als bei den Männern (1 – 4 %) (OR 1,67, KI – 95 %).

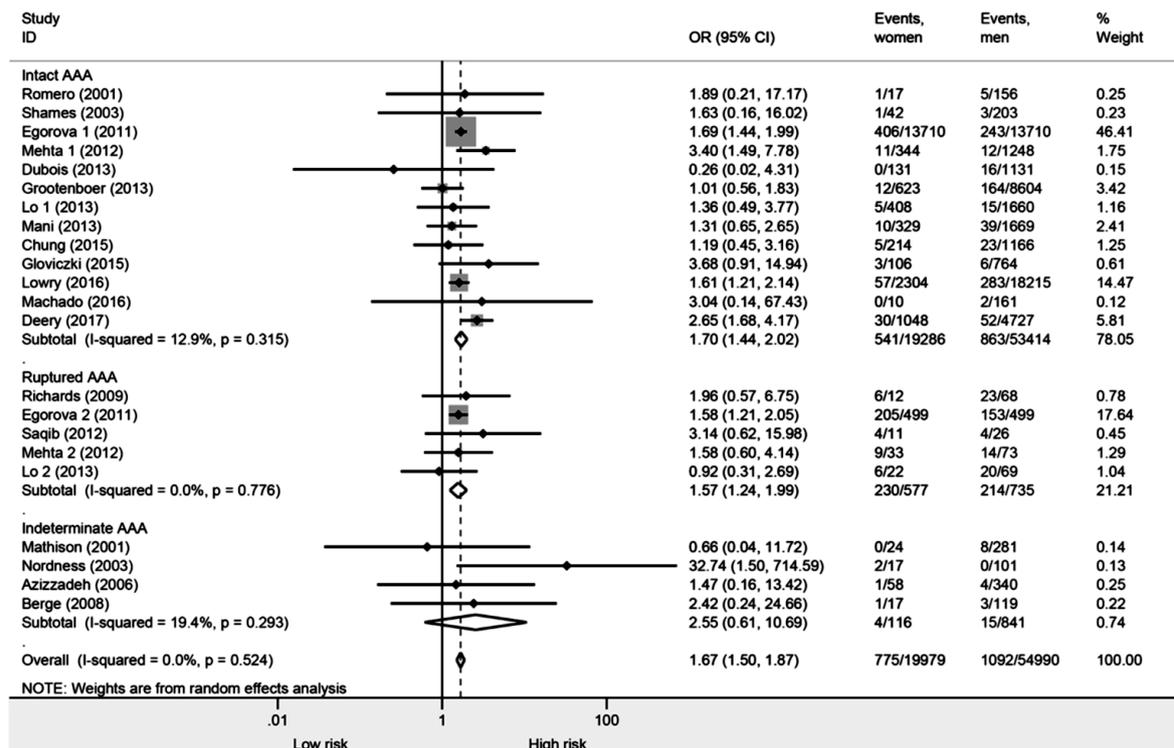
Die Häufigkeit der perioperativen Komplikationen im Gendervergleich zeigte in unserer Arbeit im Gesamtkrankengut zwar mehr Komplikationen bei den Frauen (29,6 %) als bei den Männern (21,4 %), jedoch war der Unterschied statistisch nicht signifikant ( $p = 0,340$ ). Die gleiche Situation wurde in der EVAR-Gruppe beobachtet ( $p = 0,133$ ).

Eine höhere Komplikationsrate bei Frauen im Vergleich zu Männern haben auch andere Autoren wie Schmitz-Rixen et al. (2021) bestätigt. Im Register des Deutschen Instituts für Gefäßmedizinische Gesundheitsforschung (DIGG) der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie und Gefäßmedizin (DGG) wurde im Jahr 2019 bei offener Aorten-Versorgung eine Klinikletalität von 4,5 % bei Männern und 11,3 % bei Frauen gefunden ( $p = 0,054$ ). Bei EVAR waren es 1,0 vs. 1,7 %. Im Jahr 2018 waren die Vergleichszahlen für EVAR (Klinikletalität Männer 1,0 %, Frauen 2,4 %,  $p = 0,013$ ), für OR waren es Frauen 6,1 % vs. Männer 4,5 % ( $p = 0,001$ ) (Schmitz-Rixen et al., 2020).

Ein schlechterer Outcome bei weiblichen Patienten mit endovaskulärer Versorgung des Bauchaortenaneurysmas ist bekannt und wird auch durch die neuste Metaanalyse von Liu et al (2020) bestätigt. Die Autoren haben 36 Kohorten untersucht. Es konnte eine signifikant erhöhte 30-Tage-Letalität bei den Frauen beobachtet werden (rohe Odds Ratio (OR) – 1,67, KI – 95 %, 1,5 – 1,87;  $p < 0,001$ )

(Bild 27). Frauen wiesen zusätzlich im Vergleich zu Männern die signifikant höhere Krankenhaus-Letalität (OR 1,9,  $p < 0,001$ ), Extremitätenischämie-Rate (OR 2,44,  $p < 0,001$ ) sowie höhere Rate an renalen (OR 1,73,  $p = 0,028$ ) und kardialen (OR 1,68,  $p = 0,46$ ) Komplikationen auf.

**Bild 27: 30-Tage-Letalität bei Frauen und Männern bei EVAR. Forest plots und Odds Ratios (Liu et al. 2020).**



Dillavou et al. (2005) beschreiben bei den elektiven offenen Aorteneingriffen eine höhere Mortalität bei Frauen (6,57 %) im Vergleich zu 4,75 % bei Männern ( $p < 0,001$ ). Der Krankenhausaufenthalt war bei offener Versorgung bei Frauen nicht signifikant länger als bei Männern ( $10,4 \pm 11,6$  Tage vs.  $9,6 \pm 8,4$  Tage,  $p = 0,33$ ). Bei den endovaskulären Aorteneingriffen hatten Männer eine signifikant kürzere Krankenhausaufenthaltsdauer ( $3,5 \pm 4,8$  vs.  $5,3 \pm 7,0$  Tage,  $p = 0,006$ ) als Frauen. Die Letalität war bei EVAR signifikant höher bei Frauen (2,6 %) im Vergleich zu Männern (1,28 %,  $p = 0,013$ ). Männer wurden im Vergleich zu Frauen häufiger direkt nach Hause entlassen: 84,4 % vs. 70,4 %. Die längere Krankenhausaufenthaltsdauer bei Frauen im Vergleich zu den Männern ließ sich demnach durch die höhere Komplikationsrate bei den Frauen erklären. In vorliegendem Krankengute war die Krankenhausaufenthaltsdauer bei den Frauen

mit im Mittel 1,3 Tagen im Trend deutlich länger als bei den Männern (5,7 vs. 7 Tage (Median 5 vs. 6), jedoch konnte hier eine statistische Signifikanz nicht nachgewiesen werden ( $p = 0,06$ ) (Dillavou et al., 2005).

Zu einem ähnlichen Ergebnis, was die Krankenhausaufenthaltsdauer betrifft, kamen Yang et al. (2019). In ihrer Analyse war die Krankenhausaufenthaltsdauer bei den Frauen signifikant länger als bei den Männern ( $p = 0,017$ ), 89,6 % der Männer, aber nur 85,2 % der Frauen hatten eine Krankenhausaufenthaltsdauer unter 7 Tagen. Auch hier war die Krankenhausaufenthaltsdauer von postoperativen Komplikationsrate bestimmt.

Des Weiteren wurde die Korrelation zwischen der Länge der Eingriffszeit und postoperativen Komplikationen in der EVAR-Gruppe untersucht. Im Gesamtkrankengut als auch in der EVAR-Gruppe hatten Patienten mit einer perioperativen Komplikation eine um 96 Minuten längere Operationsdauer ( $227 \pm 111$  min) als die Patienten ohne perioperative Komplikationen ( $131 \pm 51,8$ ) ( $p < 0,001$ ). Patienten mit perioperativen Komplikationen befanden sich dann auch länger im Krankenhaus, im Mittel 4 Tage ( $9,1 \pm 6,7$  vs.  $5,1 \pm 1,6$  vs. Tage,  $p < 0,001$ ). Entsprechend der längeren Operationszeit bei perioperativen Komplikationen gab es auch einen Zusammenhang zwischen der Dauer der Operation und Krankenhausliegezeit ( $R^2 = 0,277$ ,  $p < 0,001$ , siehe Bild 8). Bei den Spät komplikationen konnte keine Assoziation zwischen Operationszeit und Komplikationsrate gesehen werden.

Eine Analyse der Operationszeit, der perioperativen Komplikationen sowie dem postoperativen Krankenhausaufenthalt wurde von Yin et al. (2018) durchgeführt. Die Autoren untersuchten retrospektiv die Daten von 30.076 Patienten des National Surgical Quality Program hinsichtlich des 30-Tage-Outcome in 2 Zeitintervallen: (2006 – 2010) und (2011 – 2015). Dabei wurden neben den Komplikationen auch der Krankenhausaufenthalt und die Operationszeit untersucht. Es konnte eine signifikante Reduktion der Eingriffszeit zwischen der früheren und späteren Phase ( $155,45 \pm 72,56$  vs.  $141,91 \pm 73,70$ ,  $p < 0,001$ ) beobachtet werden. Die gleiche Tendenz wurde auch in der Dauer des stationären Aufenthaltes ( $3,24 \pm 5,32$  vs.  $2,91 \pm 4,3$ ,  $p < 0,001$ ) gesehen. Allgemeine Komplikationsrate sowie spezifische Komplikationen (renale, kardiopulmonale und Wundkomplikationen) nahmen in der

zweiten Beobachtungsperiode ebenfalls ab (signifikante Reduktion der allgemeinen Komplikationsrate von 5,1 % auf 4,1 %,  $p < 0,001$ ). Diese Reduktion der Operationszeit und der Komplikationen war laut Autoren von der zunehmenden Anwendung der perkutanen Verschlusssysteme beeinflusst (Yin et al., 2018).

In der vorliegenden Untersuchung waren endovaskuläre Aorteneingriffe, bei denen der Gefäßzugang perkutan erfolgte (pEVAR), mit einer signifikant kürzeren Operationszeit assoziiert als solche, bei denen „cut-down“ EVAR (cEVAR) erfolgte. Ein perkutaner Zugang erfolgte in 53 % der EVARs, diese wurden stets mit einem Verschlusssystem (Proglide) versorgt. Diese Eingriffe waren signifikant kürzer als die, bei denen der Zugang mit Cut-Down erfolgte (pEVAR  $120 \pm 46,2$  min vs. cEVAR  $170 \pm 90,3$  min,  $p < 0,001$ ). Es konnten auch weniger perioperativen Komplikationen beobachtet werden (pEVAR – 9,4 % vs. cEVAR 23,4 %,  $p = 0,025$ ).

Torsello et al. (2003) fanden eine kürzere Operationszeit bei der Anwendung von Verschlusssystemen ( $86,7 \pm 27$  min vs.  $107,8 \pm 38,5$  min,  $p < 0,05$ ) und sahen den Vorteil in einer früheren Rekonvaleszenz des Patienten. Kürzere Zeiten für den Zugang wurden auch von Uhlmann et al. (2018) beobachtet (pEVAR,  $14,65 \pm 10,20$  min vs. cEVAR  $25,12 \pm 11,77$  min;  $p < 0,001$ ). Die randomisierte PiERO Studie (137 – Patienten) von Vierhout et al. zeigte weniger Zugang-assoziierte Komplikationen in der pEVAR Gruppe (7,3 % vs. 9,5 %) allerdings ohne eine statistische Signifikanz (Vierhout et al., 2019). Die Metaanalyse von Antoniu et al. (2021) kam zu dem gleichen Ergebnis, es wurden zwar weniger Komplikationen bei perkutanen Zugängen beobachtet, jedoch waren die Unterschiede nicht signifikant.

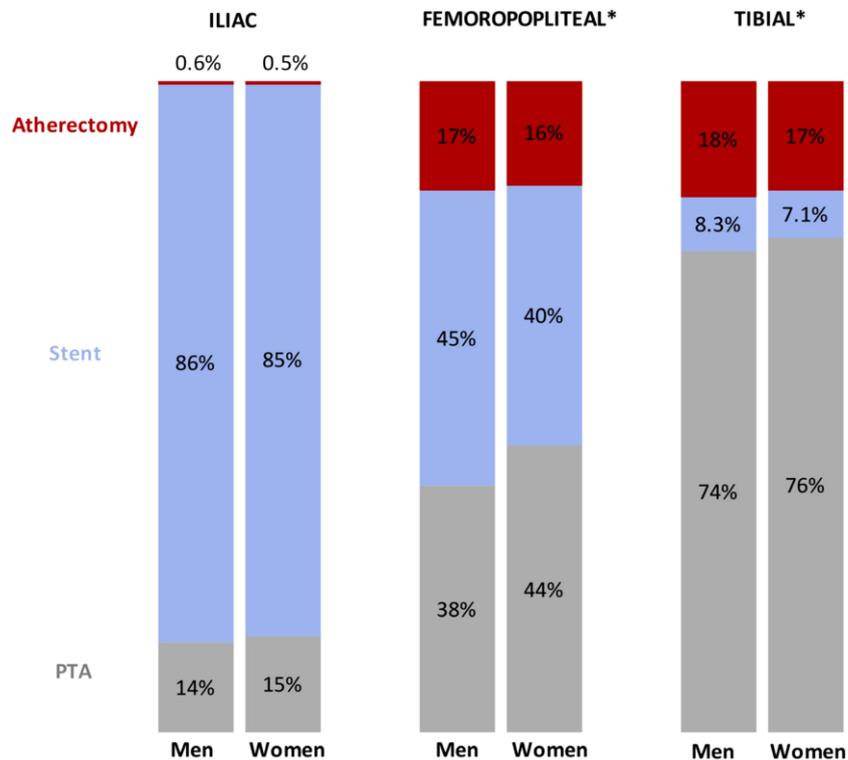
Shirasu et al. (2019) untersuchten Faktoren, die mit einem verlängerten Krankenhausaufenthalt bei der offenen Versorgung der Bauchaortenaneurysma verbunden waren. Einen signifikanten Einfluss hatte unter anderen die Größe des Aortendurchmessers ( $\geq 6$  cm, HR – 2,1,  $p = 0,002$ ), die Durchführung einer Bluttransfusion (HR – 39,8  $p < 0,0001$ ) oder die Notwendigkeit einer Reoperation innerhalb des stationären Aufenthaltes (HR – 10,9,  $p = 0,00004$ ) sowie eine längere Operationszeit von mehr als 210 min (HR – 2,2,  $p = 0,0009$ ). Patienten, die im Operationssaal extubiert werden konnten, hatten einen kürzeren Aufenthalt auf der Intensivstation. Hauptfaktoren für eine verzögerte Extubation waren eine prolongierte Operationszeit und ein erhöhter Blutverlust.

In der vorliegenden Untersuchung waren Eingriffe mit einer längeren Operationszeit mit einem verlängerten Krankenhausaufenthalt und einer erhöhten Komplikationsrate assoziiert. Auch Ahmadzadeh et al. (2020) konnten die Klinikletalität zur Krankenhausaufenthaltsdauer assoziieren. Sie analysierten die Daten des AAA-Registers des DIGG der DGG der Jahre 2013 – 2017. Die Autoren fanden eine signifikant höhere Klinikletalität (1,7 % vs. 1,0 %) und einen höheren MTL30 (7,4 % vs. 2,8 %) in der Quintile mit der längsten Liegezeit. (Unter MTL30 wurde ein Parameter verstanden, der Klinikletalität, Liegezeit über 30 Tage und Transfer in ein anderes Krankenhaus in dieser Zeit zusammenfasst). Zettervall et al. (2017) haben nach EVAR eine Assoziation zwischen Fallzahlaufkommen der Klinik und perioperativer Mortalität gefunden. In der Quintile mit dem geringsten Fallzahlaufkommen (0 – 9 EVARs) war die Klinikletalität mit 1,9 % signifikant höher als in der Quintile mit dem höchsten Fallaufkommen (49 – 198 EVARs, Klinikletalität 1,4 %,  $p < 0.01$ ). Ob Operationszeit, Fallaufkommen und Komplikationsrate miteinander assoziiert sind, ließ sich aus der vorliegenden Einzelzentrum-Studie nicht ableiten, parallele Untersuchungen in anderen Kliniken sind hierzu erforderlich.

### **4.3 endovaskuläre Therapie bei pAVK**

In dieser Arbeit wurde bei der endovaskulären Versorgung der pAVK eine um 6,9 min kürzere Interventionszeit bei den Frauen im Vergleich zu den Männern beobachtet, statistisch signifikant war der Unterschied nicht. Bei den Frauen war die Anzahl an perioperativen Komplikationen im Trend höher als bei den Männern (Männer 11,6 % vs. Frauen 16,4 %,  $p = 0,172$ ). Ferranti et al. (2015) haben retrospektiv die Daten von 3338 Patienten mit peripheren Interventionen (bei Claudicatio und CLI) der Vascular Study Group of New England, VS.GN, (2010 – 2012) untersucht. Es wurden mehr Zugangs-assoziierte Komplikationen (Hämatome) bei den Frauen (7,1 %) als bei den Männern (3,4 %) gesehen ( $p < 0,0001$ ). Ein Grund dafür könnte der schmalere Gefäßdurchmesser bei den Frauen sein. Die Amputationsrate, das 1-Jahres-Überleben sowie die Re-Interventionsrate unterschieden sich im Geschlechtsvergleich nicht. Rankumar et al. untersuchten die Daten von 58247 Patienten des VQI-Registers (2010 – 2016). Die Autoren fanden bei den Frauen seltener eine Implantation von Stents oder die Anwendung von Atherektomie-Systemen im femoropoplitealen Segment (Bild 28). Die Frauen waren im Vergleich zu den Männern häufiger mit einer Reintervention im femoropoplitealen Segment (HR – 1,28) sowie mit einem Verschluss im iliakalen (HR 1,42) oder femoropoplitealen Segment (1,19) assoziiert (Ramkumar et al., 2019).

**Bild 28: Treatment type by artery treated (N=106 073) for men and women. Statistically significant sex, Rankumar et al., AHA, 2019**



\* p<0.05 for sex difference

In unserer Arbeit war bei den Patienten mit einer perioperativen Komplikation die Eingriffszeit um 13,1 Minuten länger als die bei Patienten ohne eine perioperative Komplikation ( $58,1 \pm 35,0$  vs.  $71,2 \pm 38,5$ ,  $p = 0,023$ ). Diese Korrelation wurde auch in der Subgruppe der CLI festgestellt ( $63,5 \pm 34,6$  vs.  $81,3 \pm 35,9$ ,  $p = 0,031$ ). In der Subgruppe mit IC war das nicht der Fall. Bei dem Vergleich der Eingriffszeit zwischen CLI und IC ergaben sich signifikant längere Eingriffe bei der CLI ( $67,4 \pm 35,5$  vs.  $56,7 \pm 35,4$ ,  $p = 0,006$ ). CLI war auch mit einer höheren Komplikationsrate im Vergleich zu IC assoziiert, sowohl bei den perioperativen ( $28,6\%$  vs.  $14,2\%$ ,  $p = 0,001$ ) als auch bei den Spätkomplikationen ( $54,8\%$  vs.  $26,0\%$ ,  $p=0,001$ ). Große Untersuchungen zur Interventionszeit bei Patienten mit IC versus solchen mit CLI liegen nicht vor, auch ist nicht klar, inwieweit bei der endovaskulären Therapie die perioperative Komplikationsrate vom pAVK-Stadium technisch abhängig ist.

Trocciola et al. (2005) und Behrendt et al. (2020) haben dies nicht bestätigen können. Diese Aussage bezieht sich auf die technische Erfolgsrate, prognostisch haben Patienten mit CLI Stadien-bedingt die höhere Amputationsrate und lokale Komplikationsrate im Vergleich zu Patienten mit IC (Sachs et al., 2011). Diese Autoren beschrieben bei der CLI eine höhere Krankenhaus-Mortalität (2,1 % vs. 0,2 %) sowie Amputationsrate (7,0 % vs. 0,1 %) im Vergleich zu den Claudicatio-Patienten.

In der vorliegenden Arbeit befanden sich Patienten mit perioperativen Komplikationen im Vergleich zu Patienten ohne Komplikationen signifikant länger postinterventionell im Krankenhaus. Die lineare Regression zeigte eine signifikante Korrelation zwischen der Dauer des Eingriffs und der Länge des stationären Aufenthaltes im Gesamtkrankengut ( $R^2 = 0,0199$ ,  $p = 0,005$ , Bild 13). Ob demnach die Komplikationsrate sowohl die Krankenhausaufenthaltsdauer als auch die Operationszeit bestimmt, oder ob die Operationszeit ein unabhängiger Parameter ist, muss offenbleiben.

#### 4.4 offene Therapie bei pAVK

Lo et al. (2014) analysierten retrospektiv die Daten von 1,797,885 Patienten aus Nationwide Inpatient Sample (USA) aus den Jahren 1998 – 2009. Es waren Patienten mit IC (26 %) und CLI (74 %), bei denen ein offener (41 %) oder endovaskulärer Eingriff (20 %) erfolgte, sowie Patienten (24 %), bei denen eine Amputation durchgeführt wurde. Frauen waren zu dem Eingriffszeitpunkt im Mittel um 3,5 Jahre älter im Vergleich zu den Männern und präsentierten häufiger eine CLI (OR 1,19,  $p < 0,01$ ). Es wurde insgesamt eine höhere Krankenhaus-Mortalitätsrate bei den Frauen im Vergleich zu den Männern festgestellt: für CLI und offene Therapie war es 2,7 % vs. 2,2 %, für IC und offene Therapie 1,0 % vs. 0,7 %, für Hybrideingriffe 1,8 % vs. 0,8 % ( $p < 0,01$  über alle). Darüber hinaus wurde bei den Frauen häufiger eine endovaskuläre Therapie vs. offene Therapie durchgeführt (IC – 47 % vs. 41 % und CLI – 21 % vs. 19 %,  $p < 0,01$ ). Allerdings war das weibliche Geschlecht seltener mit einer Amputation assoziiert (OR 0,89,  $p < 0,001$ ). Die Autoren folgerten, dass der schlechtere Outcome der pAVK-Versorgung bei Frauen mit dem fortgeschrittenerem Alter zu erklären sei.

In der vorliegenden Arbeit waren die Frauen im Trend ebenfalls älter als die Männer. Bei den Frauen wurde eine perioperative Komplikationsrate von 29,0 % beobachtet, bei Männern war sie 30,4 % ( $p = 0,887$ ), die Krankenhaus-Letalität betrug bei den Frauen 3,2 % und bei den Männern 2,9 % ( $p = 0,929$ ). Darüber hinaus konnten keinen signifikanten Unterschieden bei Analyse der Operationsdauer zwischen Männern ( $168 \pm 54,5$ ) min und Frauen ( $171 \pm 59,5$  min) festgestellt werden ( $p = 0,834$ ). In den Subgruppen CLI und IC wurden auch keine signifikanten Unterschiede gesehen.

Was die Komplikationen mit Bezug auf pAVK-Stadien angeht, so war die CLI im Vergleich zu IC mit signifikant mehr perioperativen Komplikationen assoziiert (58,1 % vs. 21,7 %,  $p = 0,007$ ), die Operationszeiten waren aber nur im Trend unterschiedlich, mit längeren Operationszeiten bei CLI ( $185 \pm 63,6$  vs.  $162 \pm 51,6$  min,  $p = 0,09$ ). Über alle Stadien wurde bei den Patienten mit perioperativen Komplikationen eine signifikant längere OP-Dauer um 28 Minuten festgestellt ( $p = 0,025$ ). Bei den Patienten mit Spätkomplikationen konnte dagegen keine Assoziation gesehen werden ( $p = 0,515$ ). Im Fall einer perioperativen Komplikation war die Aufenthaltsdauer mit 10 Tagen signifikant verlängert ( $p < 0,001$ ). In der

linearen Regression konnte eine Assoziation zwischen der Operationszeit und der Aufenthaltsdauer gesehen werden (Bild 19).

Über die Beziehung zwischen Operationszeit und Komplikationen bei peripherer Bypass-Chirurgie liegen nur sehr wenige Untersuchungen vor. Am eindeutigsten haben hierauf Almorza et al. (2020) hingewiesen. In ihrer Untersuchung gingen sowohl supragenuale wie infragenuale Bypässe ein. Sie unterschieden die Operationszeit nach Quartilen und fanden in der Gruppe mit der kürzesten Operationszeit (<210 min) eine niedrigere Komplikationsrate als bei den längeren Eingriffen (> 309 min) (30,8 % vs. 48,5 %) (Bild 29). Für jede zusätzliche 30 Minuten an Operationszeit stieg das relative Komplikationsrisiko um 11,23 % an (OR 1,123; KI – 95 %; 1,021–1,234;  $p = 0,018$ ).

**Bild 29: Einfluss der Operationszeit auf die medizinischen und chirurgischen Komplikationen, postoperativ und 1-Jahr Follow-up. Almorza et al., World J Surg 2020**

	1st Qt <210 min	2nd Qt 210–249 min	3rd Qt 250–309 min	4th Qt >309 min	Total N (%)	OR for each 30 min increase in OT OR (CI 95%, $p$ value)
<b>Postoperative period</b>						
Complications	20 (30.8%)	25 (40.3%)	26 (46.4%)	32 (48.5%)	103 (41.4%)	1.123 (1.021–1.234, $p = 0.017$ )
Medical	14 (21.5%)	15 (24.2%)	22 (39.3%)	23 (34.8%)	74 (29.7%)	1.098 (0.99–1.219, $p = 0.078$ )
Surgical	10 (15.4%)	11 (17.7%)	7 (12.5%)	16 (24.2%)	44 (17.7%)	1.117 (1.004–1.242, $p = 0.041$ )
Major amputation	3 (4.6%)	1 (1.6%)	1 (1.8%)	3 (4.5%)	8 (3.2%)	1.176 (0.981–1.410, $p = 0.080$ )
Mortality	4 (6.2%)	4 (6.5%)	6 (10.7%)	3 (4.5%)	17 (6.8%)	n.s.
Discharge to a sociosanitary facility	16 (26.2%)	28 (48.3%)	23 (46%)	27 (42.9%)	94 (40.5%)	1.143 (1.033–1.265, $p = 0.010$ )
<b>1-year follow-up</b>						
Major amputation	6 (10.7%)	4 (8.7%)	4 (10.8%)	9 (18.8%)	23 (12.3%)	1.201 (1.036–1.393, $p = 0.015$ )
Mortality	10 (15.6%)	14 (23.7%)	16 (30.8%)	16 (25.0%)	56 (22.5%)	1.179 (1.029–1.350, $p = 0.053$ )

All results by quartile are unadjusted while OR for each 30 min increase in OT are adjusted for confounding factors. One-year results include postoperative amputation and deaths

Qt quartiles, OT operative time, OR odds ratio, CI confidence interval, ns not significant

Ghanami et al. (2013) untersuchten retrospektiv die Daten von 5,462 Patienten mit CLI aus dem American College of Surgeons National Quality Improvement Program (ACS NSQIP). Der Mittelwert der Operationszeit betrug  $237,0 \pm 101,9$  min. Die Operationszeit war signifikant davon abhängig, ob der Eingriff in Regional Anästhesie (214,6 min) oder Intubationsnarkose (240,3 min) erfolgte ( $p < 0,0001$ ). Es handelte sich in 51% um infrapopliteale Bypässe. Im eigenen Krankengut waren infrapopliteale Bypässe mit lediglich 13% relativ selten, sodass ein Vergleich zwischen supra- und infrapoplitealen Bypässen nicht angestellt werden konnte. Mit 169 (53 – 328) Minuten war die Operationszeit aber deutlich kürzer als in dem Kollektiv von Ghanami et al., wobei in vorliegendem Krankengut die offene Gefäßchirurgie ausschließlich in Vollnarkose durchgeführt wurde.

#### 4.5 Gesamtkrankengut

Im Gesamtkrankengut wurde bei den Eingriffen mit perioperativen Komplikationen über alle eine längere Eingriffszeit als bei den Eingriffen ohne perioperative Komplikationen beobachtet ( $p < 0,001$ ). Eine statistische Signifikanz wurde auch bei den chirurgischen Komplikationen gesehen ( $p < 0,001$ ). Gleichzeitig befanden sich die Patienten mit einer perioperativen Komplikation signifikant länger im Krankenhaus (Siehe Kapitel 3.5.2 und 3.5.3). Die Analyse der Krankenhausaufenthaltsdauer zeigt eine starke lineare Abhängigkeit von der Operationszeit ( $R = 0,433$ ,  $R^2 = 0,187$ ,  $p < 0,001$ ) (Bild 25).

David et al. (2017) haben 7171 gefäßchirurgische Patienten der Datenbank der Vascular Quality Initiative (VQI) (2010 – 2015) hinsichtlich des Extubationszeitpunkts untersucht. Es handelte sich in 37,5 % um elektive konventionelle Aorteneingriffe und in 62,5 % um konventionelle offene Operationen bei pAVK. Die Autoren haben bei Patienten, die im Operationssaal extubiert werden konnten, eine kürzere Krankenhausaufenthaltsdauer (OR 1,4, KI – 95 % 1,2 – 1,7, für Aorten-Operationen) sowie eine reduzierte Morbidität im Vergleich zu den später extubierten Patienten beobachtet. Die pulmonalen Komplikationen waren bei den Patienten, die später extubiert wurden, signifikant höher (OR 1,8, KI – 95 %, 1,3 – 2,5). Die multivariable Analyse wies neben den anderen Faktoren wie suprarenale Klemmung, Anwendung von Vasopressoren und Blutverlust auch die Operationszeit als einen wichtigen Einfluss-Faktor auf den Extubation-Zeitpunkt aus. Der geschätzte Blutverlust und die Operationszeit blieben die dominanten Faktoren für eine verlängerte Krankenhausaufenthaltsdauer. Für ihr Gesamtkrankengut gaben die Autoren als Referenz eine Operationszeit von unter 2 Std. 45 Minuten an. Die Operationen mit einer Dauer zwischen 2 Std. 45 min – 3 Std. 44 min waren mit einem verlängerten Krankenhausaufenthalt assoziiert (OR – 2,03, KI – 95 % 1,69 – 2,44). Je länger die Eingriffszeit dauerte, desto ausgeprägter war die Korrelation zwischen Operationsdauer und Länge des Krankenhausaufenthaltes (Operationsdauer von 3 Std. 45 min – 4 Std. 59 min: OR – 2,37 (KI – 95 % 1,95 – 2,87), Operationen über 5 Stunden: OR – 3,37 (KI – 95 % 2,73 – 4,15)).

Hicks et al. (2017) haben das ACS NSQIP-Register analysiert, es wurden insgesamt 86.403 gefäßchirurgische Patienten (Carotis-OP, offene Aorteneingriffe

und periphere Gefäßeingriffe) nach den Risikofaktoren für eine Wiederaufnahme innerhalb 30 Tagen nach Index-Operation analysiert. Es handelte sich sowohl um ambulante als auch um stationäre Eingriffe. Die stationäre Aufnahme-Rate innerhalb 30 Tagen betrug 10 % (8827 Pat.), davon waren 91 % ungeplante Aufnahmen. Eine Infektion des Operationsgebietes war der häufigste Grund (30 %) für eine ungeplante stationäre Aufnahme. Die Autoren haben anhand von präoperativen, operativen und prä-Entlassungsvariablen ein Analysemodell gebildet, um die Einfluss-Faktoren für eine Infektion festzustellen. Der stärkste Prädiktor für eine infektiöse Komplikation war die Operation-Zeit (OR 1,18 – für jede zusätzliche operative Stunde). Weitere Prädiktoren waren eine vorhandene präoperative Wunde (OR 1,55), eine stationäre Operation (OR 2,0), Adipositas Grad III oder eine Entlassung in eine Rehaeinrichtung (OR 1,75). Die Männer waren im Vergleich zu den Frauen seltener von einer Infektion betroffen (OR 0,87). Die registrierte Operationsdauer war im Mittel 1,9 Stunden (1,2 – 2,9 Std.) (Siehe Bild 30). Die Autoren gaben die Beziehung zwischen Operationszeit und Anstieg der Wundinfektionsrate mit einer OR von 1,2 für jede zusätzliche Operationsstunde an.

**Bild 30: Modell der logistischen Regression für Vorhersage einer postoperativen Wundinfektion mit perioperativen Faktoren bei gefäßchirurgischen Patienten, Hicks et al. JVS. 2017.**

Step	Variable	OR (95% CI)	Cumulative C index	Max C index, %
1	Total operation time, hours	1.18 (1.15-1.20)	0.607	88.4
2	Open wound with or without infection	1.55 (1.41-1.71)	0.643	93.6
3	Inpatient vs outpatient operation	2.00 (1.73-2.32)	0.650	94.5
4	Body mass index category, kg/m <sup>2</sup>			
	Null/unknown vs normal weight (18.5-24.9)	1.19 (0.92-1.54)	0.657	95.6
	Underweight (<18.5) vs normal weight (18.5-24.9)	0.99 (0.79-1.23)		
	Overweight (25.0-29.9) vs normal weight (18.5-24.9)	1.03 (0.93-1.13)		
	Obese class I (30.0-34.9) vs normal weight (18.5-24.9)	1.37 (1.24-1.52)		
	Obese class II (35.0-39.9) vs normal weight (18.5-24.9)	1.63 (1.43-1.86)		
	Obese class III (>40.0) vs normal weight (18.5-24.9)	1.75 (1.49-2.05)		
5	Discharge destination to			
	Facility that was home vs home	1.17 (0.88-1.55)	0.670	97.5
	Null/unknown vs home	0.66 (0.16-2.71)		
	Rehabilitation vs home	1.75 (1.54-1.99)		
	Separate acute care vs home	1.55 (1.09-2.17)		
	Skilled care vs home	1.57 (1.40-1.77)		
	Unskilled facility vs home	0.54 (0.17-1.72)		
6	Days from operation to hospital discharge	0.97 (0.96-0.98)	0.671	97.6
7	Diabetes mellitus			
	Insulin vs no	1.29 (1.18-1.42)	0.674	98.1
	Oral vs no	1.08 (0.98-1.20)		
8	Severe chronic obstructive pulmonary disease	1.23 (1.12-1.36)	0.675	98.2
9	Steroid use for chronic condition	1.41 (1.22-1.63)	0.676	98.4
10	Bleeding disorder requiring hospitalization	1.19 (1.09-1.29)	0.676	98.4
11	Cigarette smoker (≤1 year)	1.18 (1.09-1.27)	0.678	98.6
12	Functional health status before surgery			
	Partially dependent vs independent	1.12 (0.98-1.28)	0.679	98.8
	Totally dependent vs independent	1.71 (1.31-2.24)		
13	Emergency operation	1.28 (1.13-1.45)	0.680	98.9
14	Male vs female gender	0.87 (0.81-0.93)	0.680	98.9
15	Infection complications (in hospital) vs no complication	0.66 (0.53-0.82)	0.682	99.1

Die Ergebnisse im Gesamtkrankengut der vorliegenden Arbeit gehen mit den Ergebnissen von Hicks et al. und David et al. konform. Die Operationszeit korreliert eindeutig mit der Komplikationsrate, wobei weitere Untersuchungen folgen müssen, um zu klären, ob die Operationszeit lediglich einen Surrogat-Parameter darstellt, oder einen direkten Einfluss auf der Komplikationsrate nimmt.

## 5 Schlussfolgerung

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Operationszeit bei offener Carotisendarteriektomie, endovaskulären und offenen Aorteneingriffen, endovaskulären Interventionen bei pAVK und offenen infrainguinalen Revaskularisationen bestimmt und zu den postoperativen Komplikationen sowie der Krankenhausaufenthaltsdauer in Beziehung gesetzt. Es wurde beobachtet, dass im gefäßchirurgischen Krankengut des Marienhospitals Osnabrück die Eingriffe mit einer perioperativen Komplikation – definiert als Komplikationen bis 30 Tage nach dem Eingriff – signifikant länger dauerten als komplikationslose Eingriffe. Das Auftreten einer Komplikation verlängerte auch signifikant die postoperative Krankenhausaufenthaltsdauer. Eine Korrelation zwischen der Dauer des stationären Aufenthaltes und der Länge der Operationszeit wurde gesehen.

In den Subgruppen ließen sich allerdings diese Befunde nicht in gleicher Weise bestätigen:

### Carotiseingriffe

- Bei den offenen Carotis-Eingriffen ließ sich die Operationszeit weder zu den perioperativen Komplikationen noch zu den Spät-Komplikationen in Beziehung setzen. Im Trend dauerten die Eingriffe mit perioperativen Komplikationen allerdings länger als die komplikationslosen Eingriffe. Registererhebungen mit weit größeren Fallzahlen als hier in einer Pilot-Studie dokumentiert, sollten in Zukunft die Beziehung zwischen perioperativen Komplikationen und Operationszeit weiter überprüfen.
- Die Krankenhausverweildauer ließ sich zur Operationszeit nicht korrelieren. Sie war aber signifikant länger bei Eingriffen mit perioperativen Komplikationen.

### Aorteneingriffe

- Bei den endovaskulären Aorteneingriffen hatten die Patienten mit perioperativen Komplikationen eine signifikant längere Operationszeit als Patienten ohne Komplikationen. Das gleiche wurde bei den Patienten mit kumulativen Komplikationen beobachtet.
- Der Krankenhausaufenthalt war signifikant länger bei den Patienten mit perioperativen Komplikationen und ließ sich zur der Operationszeit

korrelieren, mit Anstieg der Operationszeit nahm auch die Krankenhausaufenthaltsdauer zu.

- Zu den offenen Aorteneingriffen kann aufgrund kleiner Fallzahlen keine definitiven Aussagen gemacht werden.

#### Endovaskuläre Therapie bei pAVK:

- Die Operationszeit war sowohl bei Patienten mit perioperativen Komplikationen als auch bei Patienten mit Spät komplikationen signifikant länger als bei Patienten ohne Komplikationen.
- Patienten mit CLI wiesen insgesamt eine signifikant längere Operationszeit und signifikant mehr Komplikationen auf als Patienten mit IC.
- Patienten mit perioperativen Komplikationen hatten eine signifikant längere Krankenhausaufenthaltsdauer als solche ohne Komplikationen.
- Die Länge der Interventionsdauer ließ sich zu der Länge des Krankenhausaufenthaltes korrelieren.

#### Offene Therapie bei pAVK:

- Die Operationszeit war bei Patienten mit perioperativen Komplikationen signifikant länger als bei Patienten ohne Komplikationen.
- Patienten mit perioperativen Komplikationen hatten eine signifikant längere Krankenhausaufenthaltsdauer als solche ohne Komplikationen.
- Die Länge der Operationsdauer ließ sich zu der Länge des Krankenhausaufenthaltes korrelieren.
- Patienten mit IC und CLI unterschieden sich nicht signifikant in ihrer Operationsdauer.
- Die Frage, ob femoro-popliteale P1-P3 Bypässe länger als krurale Bypässe dauern, ließ sich aufgrund kleiner Fallzahlen nicht eruieren. Diese Frage muss ebenso wie die Frage nach der Operationszeit bei den rein femoralen Leisteneingriffen in größeren Multicenter-Erhebungen geklärt werden.

Diese Untersuchung ist eine Pilotstudie. Erhebungen mit weit größeren Fallzahlen müssen in Zukunft prüfen, inwieweit die Operationszeit von der Schwere des Lokalbefundes abhängig ist. Ob eher der Lokalbefund oder eher die Operationszeit die Komplikationsrate beeinflusst, muss offenbleiben. So hatten Patienten mit CLI bei endovaskulärer Intervention eine signifikant längere Operationszeit und

signifikant mehr Komplikationen als Patienten mit IC, der weniger ausgeprägten peripheren arteriellen Verschlusskrankheit. Hingegen ließ sich dies bei offenem Vorgehen nicht in gleicher Weise darstellen, die Operationszeiten unterschieden sich bei offenem Vorgehen nicht signifikant bei Patienten mit CLI versus IC.

Größer Fallzahlen werden auch benötigt, um schärfer zwischen allgemeinen und chirurgischen Komplikationen und ihrer Abhängigkeit von der Operationszeit differenzieren zu können. In der vorliegenden Untersuchung war im Gesamtkrankengut die Operationszeit deutlich stärker mit der chirurgischen im Vergleich zu der allgemeinen Komplikationsrate assoziiert. Während man spekulieren könnte, dass die Beziehung zwischen Operationszeit und chirurgischen Komplikationen von den lokalen Ausgangsbedingungen beeinflusst wurde, gilt dies nicht in gleicher Weise für die allgemeinen Komplikationen, diese sind eher direkt von der Operationszeit abhängig. In diesem Zusammenhang muss in Zukunft geprüft werden, ob Patienten mit kardialen Vorerkrankungen, Diabetes mellitus oder chronischer Nierenerkrankung bei identischen Eingriffen im Vergleich zu Patienten, die diese Risikofaktoren nicht aufweisen, eine höhere Komplikationsrate und längere Operationszeit haben.

Es lässt sich demnach schlussfolgern, dass die oben aufgeführten offenen Fragen nur in einer großen multizentrischen Erhebung weiter abgeklärt werden können. Dabei muss es das Ziel sein, zunächst Standard-Operationszeiten für bestimmte Eingriffe festzulegen. Grenzwerte könnten dann analog den Vorschlägen in der Literatur z.B. durch Analyse von Quintilen der Operationszeit definiert werden oder auch durch Eingriffszeiten außerhalb Standardabweichung.

Neben der Operationszeit wurde in der vorliegenden Untersuchung der Beziehung zwischen Operationszeit, Krankenhausverweildauer sowie Komplikationsrate nachgegangen. Es zeigte sich, dass die Krankenhausverweildauer ein Indikator für die Komplikationsrate eines Eingriffs ist. In diesem Zusammenhang kommen der Schwere des lokalen Befundes eine entscheidende Bedeutung zu. Sollte sie sich durch die Operationszeit definieren lassen, wäre die Operationszeit auch eine Erklärung für längere Krankenhausverweildauern.

## **6 Zusammenfassung**

### **Zielsetzung:**

In der vorliegenden Dissertation sollte der Beziehung zwischen Operationszeit und Komplikationsrate bei gefäßchirurgischen Operationen und Interventionen nachgegangen werden.

### **Patienten und Methodik:**

Es wurden retrospektiv die Daten von 1037 Patienten des Marienhospitals Osnabrück registriert, die in dem Zeitraum von 2016 bis 2018 operiert wurden (offene Carotiseingriffe  $n = 287$ , Aorteneingriffe  $n = 200$ , endovaskuläre  $n = 395$  und offene Eingriffe  $n = 100$  bei peripherer arterieller Verschlusskrankheit). Die Operationsdauer, die perioperative Komplikationsrate sowie die postoperative Krankenhausaufenthaltsdauer und das postoperative Ergebnis nach einem Jahr wurden für sämtliche Patienten erfasst.

### **Ergebnisse:**

Carotiseingriffe: Die Operationszeit betrug bei den Patienten ohne perioperative Komplikationen ( $n = 221$ )  $97,8 \pm 25,9$  min, bei Patienten mit perioperativen Komplikationen ( $n = 63$ )  $106 \pm 34,8$  min (nicht signifikant,  $p = 0,098$ ).

Endovaskuläre Aorteneingriffe: Die Operationszeit betrug bei den Patienten ohne perioperative Komplikationen ( $n = 147$ )  $131 \pm 51,8$  min, bei Patienten mit perioperativen Komplikationen ( $n = 32$ )  $227 \pm 111$  min und war damit bei den Patienten mit perioperativen Komplikationen signifikant länger ( $p < 0,001$ ).

Endovaskuläre Eingriffe bei pAVK: Patienten mit perioperativen Komplikationen ( $n = 53$ ) hatten eine signifikant ( $p = 0,023$ ) längere Eingriffszeit ( $71,2 \pm 38,5$  min) als Patienten ohne perioperative Komplikationen ( $n = 340$ ) mit  $58,1 \pm 35,0$  min.

Offene Eingriffe bei pAVK: Patienten ohne perioperative Komplikationen ( $n = 70$ ) hatten eine signifikant ( $p = 0,025$ ) kürzere Operationszeit von  $161 \pm 53,2$  min als Patienten mit perioperativen Komplikationen ( $n = 30$ )  $189 \pm 57,8$  min.

Die Spätkomplikationsrate nach einem Jahr korrelierte lediglich bei endovaskulären peripheren Revaskularisationen mit der Operationszeit ( $p = 0,049$ ).

Im dem Gesamtkrankengut dauerten die Eingriffe bei Patienten mit einer perioperativen Komplikation (n =191) signifikant länger als bei Patienten (n = 786) mit komplikationslosen Eingriffen ( $93,7 \pm 53,8$  min vs.  $143 \pm 94,3$  min,  $p < 0,001$ ).

Das Auftreten einer perioperativen Komplikation verlängerte im Gesamtkrankengut auch signifikant die postoperative Krankenhausaufenthaltsdauer ( $4,3 \pm 2,58$  Tage vs.  $11,2 \pm 12,2$  Tage,  $p < 0,001$ ). Zusätzlich wurde eine Korrelation zwischen der Dauer des stationären Aufenthaltes und der Länge der Operationszeit gesehen ( $R = 0,433$ ,  $R^2 = 0,187$ ,  $p < 0,001$ ).

### **Conclusio:**

Die Operationszeit korrelierte mit der Komplikationsrate des Eingriffes und damit mit der Krankenhausaufenthaltsdauer. Diese Studie versteht sich als ein Pilot-Projekt. In Zukunft sollten Standard-Operationszeiten anhand eines größeren Kollektivs. in einer multizentrischen Studie erarbeitet werden, um so in Registererhebungen die Operationszeit als einen Qualitätsparameter bei gefäßchirurgischen Eingriffen nutzen zu können.

**Objective:**

The relationship between the operation time and complication rate in vascular surgery patients should be investigated in the present dissertation.

**Patients and Methods:**

The data from 1037 patients at the Marienhospital Osnabrück, operated upon in the period from 2016 to 2018, were retrospectively registered (carotid operations  $n = 287$ , aortic operations  $n = 200$ , endovascular ( $n = 395$ ) and open ( $n = 100$ ) infrainguinal revascularisations for peripheral arterial occlusive disease, PAOD). The operation time, the perioperative complications as well as the postoperative length of hospital stay were recorded.

**Results:**

Carotid surgery: no differences in the operation time between patients with ( $n = 63$ ) and without perioperative ( $n = 221$ ) complications were detected. (Operation time:  $97.8 \pm 25.9$  vs.  $106 \pm 34.8$  min,  $p = 0.098$ ).

Endovascular aortic interventions: the operation time was  $131 \pm 51,8$  min in patients without perioperative complications ( $n = 147$ ) and  $227 \pm 111$  min in patients with perioperative complications ( $n = 32$ ) ( $p < 0.001$ ).

Endovascular interventions in PAOD: the intervention time was significantly shorter in patients ( $n = 340$ ) without perioperative complications as compared to patients ( $n = 53$ ) with perioperative complications (intervention time  $58.1 \pm 35.0$  min vs.  $71.2 \pm 38.5$  min,  $p = 0.023$ ).

Open surgery in PAOD: the operation time was  $161 \pm 53.2$  min in patients ( $n = 70$ ) without perioperative complications and significantly ( $p = 0.025$ ) longer in patients ( $n = 30$ ) with perioperative complications ( $189 \pm 57.8$  min).

A correlation between the late complication rate (one year after intervention) and the operation time was seen only in endovascular peripheral revascularizations ( $p = 0.049$ ).

In the total cohort, the interventions with a perioperative complication lasted significantly longer than the interventions without complications ( $143 \pm 94.3$  min vs.  $93.7 \pm 53.8$  min,  $p < 0.001$ ). The occurrence of a perioperative complication

significantly extended the postoperative length of hospital stay ( $11.2 \pm 12.2$  days vs.  $4.3 \pm 2.58$  days,  $p < 0.001$ ). A correlation between the length of stay and the length of the operation time was seen ( $R = 0.433$ ,  $R^2 = 0.187$ ,  $p < 0.001$ ).

**Conclusion:**

The operation time correlates with the complication rate of an operation and thus with the length of hospital stay. This study is a pilot project. In the future, standard operation times should be worked out in a multicentre study with more cases. It should be the objective to use the operation time as a quality parameter in the field of vascular surgery.

## 7. Literaturverzeichnis

1. Ahmadzadeh YC, Schmitz-Rixen T, Böckler D, Grundmann RT. (2021) Fallzahlaufkommen und Qualitätsindikatoren bei der Versorgung des abdominalen Bauchaortenaneurysmas. *Chirurg.* 92:830-837. doi: 10.1007/s00104-020-01303-7.
2. Almorza C, Marcos L, Diaz C, Galarza A, Casajuana E, Mateos E, Clara A. (2020) Influence of Operative Time in the Results of Infrainguinal Bypass for Chronic Limb Threatening Ischemia. *World J Surg.* Dec;44(12):4261-4266. doi: 10.1007/s00268-020-05726-5.
3. Antoniou, G. A., & Antoniou, S. A. (2021) Editor's Choice - Percutaneous Access Does Not Confer Superior Clinical Outcomes Over Cutdown Access for Endovascular Aneurysm Repair: Meta-Analysis and Trial Sequential Analysis of Randomised Controlled Trials. *Eur J Vasc Endovasc Surg*; 61(3):383–394. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs..2020.11.008>.
4. Aziz F, Lehman EB, Reed AB. (2016) Increased Duration of Operating Time for Carotid Endarterectomy Is Associated with Increased Mortality. *Ann Vasc Surg.* 36:166-174. doi: 10.1016/j.avsg.2016.02.043.
5. Behrendt, C. A., Sigvant, B., Kuchenbecker, J., Grima, M. J., Schermerhorn, M., Thomson, I. A., Altreuther, M., Setacci, C., Svetlikov, A., Laxdal, E. H., Goncalves, F. B., Secemsky, E. A., Debus, E. S., Cassar, K., Beiles, B., Beck, A. W., Mani, K., & Bertges, D (2020). Editor's Choice - International Variations and Sex Disparities in the Treatment of Peripheral Arterial Occlusive Disease: A Report from VASCUNET and the International Consortium of Vascular Registries. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 60(6):873–880. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs..2020.08.027>.
6. Berge, C., Haug, E. S., Romundstad, P. R., Lange, C., & Myhre, H. O. (2007). Infraarenal abdominal aortic aneurysm repair: time-trends during a 20-year period. *World J Surg,* 31(8):1682–1686. <https://doi.org/10.1007/s00268-007-9124-1>
7. Cheng, H., Clymer, J. W., Po-Han Chen, B., Sadeghirad, B., Ferko, N. C., Cameron, C. G., & Hinoul, P. (2018) Prolonged operative duration is

- associated with complications: a systematic review and meta-analysis. *J Surg Res*, 229:134–144. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.03.022>.
8. David, R. A., Brooke, B. S., Hanson, K. T., Goodney, P. P., Genovese, E. A., Baril, D. T., Gloviczki, P., & DeMartino, R. R. (2017). Early extubation is associated with reduced length of stay and improved outcomes after elective aortic surgery in the Vascular Quality Initiative. *J Vasc Surg*, 66(1):79–94. e14. <https://doi.org/10.1016/j.jvs..2016.12.122>.
  9. Dillavou, E. D., Muluk, S. C., & Makaroun, M. S. (2006). A decade of change in abdominal aortic aneurysm repair in the United States: Have we improved outcomes equally between men and women? *J Vasc Surg*, 43(2):230–238. <https://doi.org/10.1016/j.jvs..2005.09.043>.
  10. Ferranti, K. M., Osler, T. M., Duffy, R. P., Stanley, A. C., Bertges, D. J., & Vascular Study Group of New England (2015). Association between gender and outcomes of lower extremity peripheral vascular interventions. *J Vasc Surg*, 62(4):990–997. <https://doi.org/10.1016/j.jvs..2015.03.066>.
  11. Ghanami, R. J., Hurie, J., Andrews, J. S., Harrington, R. N., Corriere, M. A., Goodney, P. P., Hansen, K. J., & Edwards, M. S. (2013). Anesthesia-based evaluation of outcomes of lower-extremity vascular bypass procedures. *Ann Vasc Surg*, 27(2):199–207. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2012.04.006>.
  12. Hicks, C. W., Bronsert, M., Hammermeister, K. E., Henderson, W. G., Gibula, D. R., Black, J. H., 3rd, & Glebova, N. O. (2017). Operative variables are better predictors of postdischarge infections and unplanned readmissions in vascular surgery patients than patient characteristics. *J Vasc Surg*, 65(4):1130–1141. <https://doi.org/10.1016/j.jvs..2016.10.086>.
  13. Ho, K. J., Madenci, A. L., McPhee, J. T., Semel, M. E., Bafford, R. A., Nguyen, L. L., Ozaki, C. K., & Belkin, M. (2014). Contemporary predictors of extended postoperative hospital length of stay after carotid endarterectomy. *J Vasc Surg*, 59(5):1282–1290. <https://doi.org/10.1016/j.jvs..2013.11.090>.
  14. Liu Y., Yang Y., Zhao, J., Chen, X., Wang, J., Ma, Y., Huang, B., Yuan, D., & Du, X. (2020). Systematic review and meta-analysis of sex

differences in outcomes after endovascular aneurysm repair for infrarenal abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg*, 71(1):283–296.e4. <https://doi.org/10.1016/j.jvs..2019.06.105>.

15. Lo R. C., Bensley, R. P., Dahlberg, S. E., Matyal, R., Hamdan, A. D., Wyers, M., Chaikof, E. L., & Schermerhorn, M. L. (2014). Presentation, treatment, and outcome differences between men and women undergoing revascularization or amputation for lower extremity peripheral arterial disease. *J Vasc Surg*, 59(2):409–418.e3. <https://doi.org/10.1016/j.jvs..2013.07.114>.
16. Mehaffey, J. H., LaPar, D. J., Tracci, M. C., Cherry, K. J., Kern, J. A., Kron, I., & Upchurch, G. R., Jr (2017). Modifiable Factors Leading to Increased Length of Stay after Carotid Endarterectomy. *Ann Vasc Surg*, 39:195–203. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2016.05.126>.
17. Perri, J. L., Nolan, B. W., Goodney, P. P., DeMartino, R. R., Brooke, B. S., Arya, S., Conrad, M. F., & Cronenwett, J. L. (2017). Factors affecting operative time and outcome of carotid endarterectomy in the Vascular Quality Initiative. *J Vasc Surg*, 66(4):1100–1108. <https://doi.org/10.1016/j.jvs..2017.03.426>.
18. Poles, G., Stafford, C., Francone, T., Roberts, P. L., & Ricciardi, R. (2018). What Is the Relationship between Operative Time and Adverse Events after Colon and Rectal Surgery? *Am Surg.*, 84:712–716.
19. Ramkumar, N., Suckow, B. D., Brown, J. R., Sedrakyan, A., MacKenzie, T., Stone, D. H., Cronenwett, J. L., & Goodney, P. P. (2019). Role of Sex in Determining Treatment Type for Patients Undergoing Endovascular Lower Extremity Revascularization. Ramkumar N, Suckow BD, Brown JR, et al. Role of Sex in Determining Treatment Type for Patients Undergoing Endovascular Lower Extremity Revascularization. *J Am Heart Assoc*. 2019;8(17): e013088. doi:10.1161/JAHA.119.013088, 8(17): e013088. <https://doi.org/10.1161/JAHA.119.013088>.
20. Ravi, B., Jenkinson, R., O'Heireamhoin, S., Austin, P. C., Aktar, S., Leroux, T. S., Paterson, M., & Redelmeier, D. A. (2019). Surgical duration is associated with an increased risk of periprosthetic infection following total knee arthroplasty: A population-based retrospective cohort study.

<https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2019.09.015>.

21. Sachs, T., Pomposelli, F., Hamdan, A., Wyers, M., & Schermerhorn, M. (2011). Trends in the national outcomes and costs for claudication and limb threatening ischemia: angioplasty vs. bypass graft. *J Vasc Surg*, 54:1021–1031.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jvs..2011.03.281>.
22. Schmitz-Rixen, T., Steffen, M., Böckler, D., Grundmann R.T. (2021). Versorgung des abdominellen Aortenaneurysmas (AAA) 2019: Register-Bericht des DIGG der DGG. *Gefäßchirurgie*, 26: 41 – 48.
23. Schmitz-Rixen, T., Steffen, M., Böckler, D., Grundmann R.T. (2020) Versorgung des abdominellen Aortenaneurysmas (AAA) 2018. *Gefäßchirurgie*, 25:117–123. <https://doi.org/10.1007/s00772-020-00619-2>
24. Shirasu, T., Furuya, T., Nagai, M., & Nomura, Y. (2019). Factors Affecting Longer Stay and Higher Costs during Elective Open Repair for Abdominal Aortic Aneurysm: A Case-Control Study. *Ann Vasc Surg*, 60:112–119. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2019.03.039>.
25. Torsello, G. B., Kasprzak, B., Klenk, E., Tessarek, J., Osada, N., & Torsello, G. F. (2003). Endovascular suture versus cutdown for endovascular aneurysm repair: a prospective randomized pilot study. *J Vasc Surg*, 38:78–82. [https://doi.org/10.1016/s0741-5214\(02\)75454-2](https://doi.org/10.1016/s0741-5214(02)75454-2).
26. Trocciola, S. M., Chaer, R., Dayal, R., Lin, S. C., Kumar, N., Rhee, J., Pierce, M., Ryer, E. J., McKinsey, J., Morrissey, N. J., Bush, H. L., Kent, K. C., & Faries, P. L. (2005). Comparison of results in endovascular interventions for infrainguinal lesions: claudication versus critical limb ischemia. *Am Surg*, 71(6):474–480. <https://doi.org/10.1177/000313480507100605>.
27. Ulug, P., Sweeting, M. J., von Allmen, R. S., Thompson, S. G., Powell, J. T., & SWAN collaborators (2017). Morphological suitability for endovascular repair, non-intervention rates, and operative mortality in women and men assessed for intact abdominal aortic aneurysm repair: systematic reviews with meta-analysis. *Lancet (London, England)*, 389(10088): 2482–2491. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30639-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30639-6).

28. Uhlmann, M. E., Walter, C., Taher, F., Plimon, M., Falkensammer, J., & Assadian, A. (2018). Successful percutaneous access for endovascular aneurysm repair is significantly cheaper than femoral cutdown in a prospective randomized trial. *J Vasc Surg*, 68(2):384–391. <https://doi.org/10.1016/j.jvs..2017.12.052>.
29. Vierhout, B. P., Pol, R. A., Ott, M. A., Pierie, M., van Andringa de Kempnaer, T., Hissink, R. J., Wikkeling, O., Bottema, J. T., Moumni, M. E., & Zeebregts, C. J. (2019). Randomized multicenter trial on percutaneous versus open access in endovascular aneurysm repair (PiERO). *J Vasc Surg*, 69(5):1429–1436. <https://doi.org/10.1016/j.jvs..2018.07.052>.
30. Yang Y., Lehman, E., & Aziz, F. (2019). Increased Length of Hospital Stay after Endovascular Abdominal Aortic Aneurysm Repair: Role of Pulmonary Complications. *Cureus*, 11(6): e4986. <https://doi.org/10.7759/cureus.4986>.
31. Yin, K., Locham, S. S., Schermerhorn, M. L., & Malas, M. B. (2019). Trends of 30-day mortality and morbidities in endovascular repair of intact abdominal aortic aneurysm during the last decade. *J Vasc Surg*, 69(1):64–73. <https://doi.org/10.1016/j.jvs..2018.04.032>.
32. Zettervall, S. L., Schermerhorn, M. L., Soden, P. A., McCallum, J. C., Shean, K. E., Deery, S. E., O'Malley, A. J., & Landon, B. (2017). The effect of surgeon and hospital volume on mortality after open and endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg*, 65(3):626–634. <https://doi.org/10.1016/j.jvs..2016.09.036>.

## 8. Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

<i>Tabelle 1: Patientencharakteristika, Carotiseingriffe</i>	15
<i>Tabelle 2: OP-Charakteristika, Carotiseingriffe</i>	16
<i>Tabelle 3: Begleittherapie bei Entlassung, Carotiseingriffe</i>	17
<i>Tabelle 4: Patientencharakteristika, Aorteneingriffe</i>	19
<i>Tabelle 5: OP-Charakteristika, Aorteneingriffe</i>	21
<i>Tabelle 6: Begleittherapie bei Entlassung, Aorteneingriffe</i>	22
<i>Tabelle 7: Patientencharakteristika, interventionelle Therapie bei pAVK</i>	24
<i>Tabelle 8: OP-Charakteristika, interventionelle Therapie bei pAVK (536 Interventionen bei 398 Patienten)</i>	26
<i>Tabelle 9: Begleittherapie bei Entlassung, interventionelle Therapie bei pAVK</i>	27
<i>Tabelle 10: Patientencharakteristika, offene Therapie bei pAVK</i>	29
<i>Tabelle 11: OP-Charakteristika, offene Therapie bei pAVK</i>	30
<i>Tabelle 12: Begleittherapie bei Entlassung, offene Therapie bei pAVK</i>	31
<i>Tabelle 13: Komplikationen bei Carotiseingriffen</i>	33
<i>Tabelle 14: Eingriffszeit bei Carotiseingriffen, Männer vs. Frauen</i>	35
<i>Tabelle 15: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, Carotiseingriffe</i>	36
<i>Tabelle 16: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, TEA vs. EEA, Carotiseingriffe</i>	37
<i>Tabelle 17: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne Spätkomplikationen, Carotiseingriffe</i>	38
<i>Tabelle 18: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, Carotiseingriffe</i>	39
<i>Bild 1: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, Carotiseingriffe, nur TEA</i>	40
<i>Bild 2: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, Carotiseingriffe, nur TEA</i>	40
<i>Bild 3: Postoperative Aufenthaltsdauer bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, Carotiseingriffe</i>	41
<i>Bild 4: Korrelation Operationsdauer- Krankenhausaufenthalt, Carotiseingriffe, lineare Regression</i>	42
<i>Tabelle 19: Komplikationen bei endovaskulären Aorteneingriffen</i>	44
<i>Tabelle 20: Eingriffszeit bei endovaskulären Aorteneingriffen, Männer vs. Frauen</i>	45
<i>Tabelle 21: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, Aorteneingriffe</i>	47
<i>Tabelle 22: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne Spätkomplikationen, Aorteneingriffe</i>	47
<i>Tabelle 23: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, Aorteneingriffe</i>	48
<i>Bild 5: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, Aorteneingriffe insgesamt</i>	49
<i>Bild 6: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, EVAR</i>	49
<i>Bild 7: Postoperativer Aufenthalt bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, EVAR</i>	50
<i>Bild 8. Korrelation Operationsdauer- Krankenhausaufenthalt, EVAR, lineare Regression</i>	51
<i>Tabelle 24: Komplikationen, interventionelle Therapie bei pAVK, alle Stadien</i>	53
<i>Tabelle 25: Komplikationen, interventionelle Therapie bei pAVK, CLI und IC</i>	54
<i>Tabelle 26: Eingriffszeit, endovaskuläre Therapie bei pAVK, Männer vs. Frauen</i>	55

<i>Tabelle 27: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, interventionelle Therapie bei pAVK</i>	56
<i>Tabelle 28: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne Spätkomplikationen, interventionelle Therapie bei pAVK</i>	57
<i>Tabelle 29: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, interventionelle Therapie bei pAVK</i>	58
<i>Bild 9: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, interventionelle Therapie bei pAVK, alle Stadien</i>	59
<i>Bild 10: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, interventionelle Therapie bei pAVK, alle Stadien</i>	59
<i>Tabelle 30: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, IC vs. CLI, interventionelle Therapie bei pAVK</i>	60
<i>Bild 11: Eingriffszeit bei interventioneller Therapie bei pAVK, CLI vs. IC, alle Stadien</i>	61
<i>Bild 12: stationärer Aufenthalt bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, interventioneller Therapie bei pAVK</i>	62
<i>Bild 13: Korrelation: postoperativer Krankenhausaufenthalt - Eingriffszeit, interventionelle Therapie bei pAVK, lineare Regression</i>	63
<i>Tabelle 31: Komplikationen, offene Eingriffe bei pAVK, Gesamtkrankengut</i>	65
<i>Tabelle 32: Komplikationen, offene Eingriffe bei pAVK, IC vs. CLI</i>	66
<i>Tabelle 33: Eingriffszeit bei offenen Eingriffen bei pAVK, Männer vs. Frauen</i>	67
<i>Tabelle 34: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, offene Eingriffe bei pAVK</i>	68
<i>Tabelle 35: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne Spätkomplikationen, offene Eingriffe bei pAVK</i>	69
<i>Tabelle 36: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, offene Eingriffe bei pAVK</i>	70
<i>Bild 15: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, (IC+CLI), offene Eingriffe bei pAVK</i>	71
<i>Bild 14: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, (IC+CLI), offene Eingriffe bei pAVK</i>	71
<i>Tabelle 37: Eingriffszeit bei kumulativen Komplikationen, offene Eingriffe bei pAVK, IC vs. CLI</i>	72
<i>Bild 16: Eingriffszeit, CLI vs. IC, offene Eingriffe bei pAVK</i>	73
<i>Bild 17: Postoperativer stationäre Aufenthalt bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, operative Therapie bei pAVK (IC und CLI zusammengefasst)</i>	74
<i>Bild 18: Korrelation: postoperativer Krankenhausaufenthalt – Operationszeit, offene Therapie bei pAVK, CLI, lineare Regression</i>	75
<i>Bild 19. Korrelation: postoperativer Krankenhausaufenthalt – Operationszeit, offene Therapie bei pAVK, Gesamtkrankengut, lineare Regression</i>	75
<i>Tabelle 38: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne Komplikationen im gesamten gefäßchirurgischen Krankengut</i>	76

<i>Bild 20: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen, Gesamtkrankengut</i>	77
<i>Bild 21: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen, Gesamtkrankengut</i>	77
<i>Tabelle 39: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne Komplikationen, Gesamtkrankengut ohne Aorteneingriffen</i>	78
<i>Bild 22: Eingriffszeiten bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen im Gesamtkrankengut, chirurgische und allgemeine Komplikationen, Welch´s Anova</i>	79
<i>Bild 23: Eingriffszeit bei Patienten mit und ohne kumulative Komplikationen im Gesamtkrankengut, chirurgische und allgemeine Komplikationen, Welch´s Anova</i>	80
<i>Bild 24: Krankenhausaufenthaltsdauer im Gesamtkrankengut bei Patienten mit und ohne perioperative Komplikationen</i>	81
<i>Bild 25: Korrelation: postoperativer Krankenhausaufenthalt – Operationszeit im Gesamtkrankengut, lineare Regression</i>	82
<i>Bild 26: Mean Operation Time as Function of Surgeon´s annual volume. Quelle: JVS., (Perri et al., 2017)</i>	85
<i>Bild 27: 30-Tage-Letalität bei Frauen und Männern bei EVAR. Forest plots und Odds Ratios (Liu et al. 2020).</i>	87
<i>Bild 28: Treatment type by artery treated (N=106 073) for men and women. Statistically significant sex, Rankumar et al., AHA, 2019</i>	92
<i>Bild 29: Einfluss der Operationszeit auf die medizinischen und chirurgischen Komplikationen, postoperativ und 1-Jahr Follow-up. Almorza et al., World J Surg 2020</i>	95
<i>Bild 30: Modell der logistischen Regression für Vorhersage einer postoperativen Wundinfektion mit perioperativen Faktoren bei gefäßchirurgischen Patienten, Hicks et al. JVS. 2017.</i>	99

## **9. Danksagung**

Ich bedanke mich bei meinem Doktorvater, Professor Eike Sebastian Debus, für die Vergabe dieses interessanten Themas und die Unterstützung bei der Fertigstellung dieser Dissertation.

Insbesondere ein großer Dank für meinen Betreuer, Herrn Professor Dr. med. Reinhart T. Grundmann. Ich bedanke mich herzlich für die enorme Unterstützung, große Geduld und Erreichbarkeit bei Ihnen. Die erfolgreiche Fertigstellung dieser Arbeit wurde nur dank Ihrer großen Erfahrung, präzisen Analysen und engmaschigen Betreuung ermöglicht. Die strukturierte Arbeitsweise hat mich auch in den schwierigen Etappen unterstützt, sodass das Ziel stets im Blick blieb.

Dank gilt auch meinem Chef, Prof. Dr. med. J. Heckenkamp, für die wohlwollende Unterstützung und Koordination bei der klinischen Planung dieser Untersuchung.

Zuletzt möchte ich mich bei meiner Ehefrau Victoria für die kontinuierliche Unterstützung, die motivierenden Worte und Zuversicht bedanken.

## **10. Lebenslauf**

Der Lebenslauf wurde aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt.

## 11. Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Ich erkläre mich einverstanden, dass meine Dissertation vom Dekanat der Medizinischen Fakultät mit einer gängigen Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft werden kann.

Unterschrift:

