

**Therapieoptionen der akuten Extremitätenischämie
Eine retrospektive Analyse am Patientengut
des Prosper-Hospitals Recklinghausen von 2008 bis 2019**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
Bonn

Victoria Balk

aus Bochum

2022

Angefertigt mit der Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1.Gutachter: PD Dr. med. Jens Jakschik

2.Gutachter: Prof. Dr. med. Hans-Christof Burger

Tag der Mündlichen Prüfung: 20.06.2022

Aus der Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie
Direktor: PD Dr. med. Jens Jakschik

Inhaltsverzeichnis

	Abkürzungsverzeichnis	5
1.	Einleitung	7
1.1	Akute Extremitätenverschlüsse	7
1.1.1	Epidemiologie	7
1.1.2	Anatomie des Gefäßsystems	8
1.1.3	Definition	11
1.1.4	Pathogenese	12
1.1.5	Diagnostik	13
1.2	Gefäßchirurgische Grundlagen	15
1.2.1	Geschichtliche Entwicklung	15
1.2.2	Aktueller Stand der Therapie akuter arterieller Verschlüsse	17
1.3	Klinische Abläufe und Methoden	18
1.3.1	Prä-, peri- und postoperative Maßnahmen im Prosper-Hospital Recklinghausen	18
1.3.2	Narkoseverfahren im Prosper-Hospital Recklinghausen	20
1.3.3	Operationstechnik der mechanischen Thrombembolektomie	20
1.3.4	Intraarterielle lokale Lysetherapie	22
1.4	Problemstellung	22
2.	Material und Methoden	24
2.1	Studiendesign	24
2.2	Ein- und Ausschlusskriterien	25
2.3	Methodik	26
3.	Ergebnisse	28
3.1	Patientenkollektiv	28
3.1.1	Geschlechterverteilung	28
3.1.2	Altersverteilung	29
3.1.3	ASA-Index	30
3.1.4	Raucheranamnese	31
3.1.5	Vorbekannte pAVK	32

3.1.6	Klinik des akuten Verschlusses	32
3.1.7	Ätiologie des akuten Verschlusses	33
3.2	Dauer der Interventionen	35
3.3	Frühpostinterventioneller Verlauf	35
3.3.1	Erfolg	35
3.3.2	Komplikationen während des stationären Primäraufenthaltes	36
3.3.3	Krankenhausverweildauer	37
3.3.4	Amputationen während des stationären Primäraufenthaltes	39
3.3.5	Mortalität während des stationären Primäraufenthaltes	39
3.4	Mittelfristiger postinterventioneller Verlauf	40
3.4.1	Folgeoperationen	40
3.4.2	Amputationen bis heute	41
3.4.3	Mortalität bis heute	42
4.	Diskussion	44
4.1	Komplikationen	44
4.2	Amputationen	44
4.3	Mortalität	45
4.4	Evaluation der Risikofaktoren im Gesamten	47
5.	Zusammenfassung	48
6.	Abbildungsverzeichnis	49
7.	Tabellenverzeichnis	50
8.	Literaturverzeichnis	51
9.	Danksagung	55

Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
Ae.	Arteriae
ASA	American Society of Anesthesiologists
ASS	Acetylsalicylsäure
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
CT	Computertomographie
DSA	Digitale Subtraktionsangiographie
EKG	Elektrokardiogramm
et al.	et alii (und andere)
fem.	femoris
G	Grundwert
Hb	Hämoglobin
ICD	International Classification of Diseases
i.d.R.	in der Regel
I.E.	Internationale Einheiten
INR	International Normalized Ratio
Lig.	Ligamentum (Band)
LWK	Lendenwirbelkörper
M.	Musculus
mg	Milligramm
MRT	Magnetresonanztomographie
OP	Operationssaal
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
OS	Oberschenkel
p%	Prozentwert

pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
p t	Wachstumsrate
PTA	Perkutane transluminale Angioplastie
PTT	Partielle Thromboplastinzeit
rt-PA	recombinant tissue-type plasminogen activator
sog.	sogenannte/r/s
TH	Brustwirbel
u.a.	unter anderem
US	Unterschenkel
W	Anteilswert
z.B.	zum Beispiel

1. Einleitung

1.1 Akute Extremitätenverschlüsse

1.1.1 Epidemiologie

Akute arterielle Verschlüsse stellen im Bereich der Gefäßchirurgie wiederkehrende Krankheitsbilder dar, die organ- und lebensbedrohliche Auswirkungen haben können und daher einen sofortigen Handlungsbedarf erfordern. In Deutschland beträgt die Inzidenz etwa 7-14/100.000 pro Jahr. Ihr Anteil unter allen stationär behandelten Gefäßerkrankungen beträgt ca. 10-16 % (Ludwig et al., 2010). In den USA liegt der Wert bei etwa 15-26/100.000 pro Jahr (Gililand et al., 2017).

Trotz einer fortschrittlichen Diagnostik und zügiger Therapieeinleitung geht der akute periphere arterielle Verschluss stets mit einer hohen Morbidität und Mortalität einher. Das Risiko für eine Amputation innerhalb der ersten 30 Tage liegt bei 10-30 % und auch die Mortalität in diesem Zeitraum ist mit 15-30 % als kritisch zu betrachten (Ludwig et al., 2010).

Die akute arterielle Minderversorgung findet 20 Mal häufiger an der unteren Extremität gegenüber der oberen Extremität statt (Gililand et al., 2017). In 85 % verläuft das Geschehen unilateral, deutlich seltener kommt es zu einem gleichzeitigen arteriellen Verschluss beider Extremitäten (Ludwig et al., 2010). Die häufigste Lokalisation an der oberen Extremität ist die Humerusgabel (60 %) gefolgt von der A. axillaris (20 %) und der A. subclavia (20 %). An der unteren Extremität finden sich 55 % der arteriellen Verschlüsse an der Femoralisgabel, 20 % popliteal und 12 % iliakal. Die A. tibialis und der aorto-iliakale Übergang nehmen lediglich untergeordnete Stellenwerte ein (Van Damme und Limet, 2005).

Der Häufigkeitsgipfel des akuten arteriellen Verschlusses liegt bei den 50-65 Jahre alten Patienten (etwa 45 %), jedoch findet sich nochmal eine Häufung in der Gruppe der 75- bis 80-Jährigen (etwa 15%). Im Kindesalter und bei jungen Erwachsenen geht die Häufigkeit gegen Null, ab einem Alter von 40 Jahren kommt es allmählich zum Anstieg der Diagnosezahlen, während die Häufigkeit in der Altersgruppe ab 85 wieder abfällt

(Statistisches Bundesamt, 2017). Mit etwa 75.000 Eingriffen pro Jahr sind die arterielle Embolektomie und Thrombektomie im Vergleich häufig durchgeführte Eingriffe. Hierbei zeigt sich eine Häufung in der Altersspanne von 65-85 Jahren (Statistisches Bundesamt, 2019).

Aufgrund von assoziierten kardialen Komorbiditäten besteht bei Patienten mit embolischem Verschluss ein höheres Mortalitätsrisiko, während Patienten mit thrombotischem Verschluss ein höheres Amputationsrisiko aufweisen (Ludwig et al., 2010).

1.1.2 Anatomie des Gefäßsystems

Die anatomischen Verhältnisse der arteriellen Strombahn finden ihren Ursprung im linken Herzen, von dem aus das zuvor in der Lunge mit Sauerstoff gesättigte Blut über den Vorhof mit Mitralklappe und die linke Kammer mit Aortenklappe in die thorakale Aorta gepumpt wird. Die Abgänge des Aortenbogens bilden der Truncus brachiocephalicus, welcher sich im Verlauf zur rechten A. carotis communis und A. subclavia aufzweigt, die linke A. carotis communis und anschließend die linke A. subclavia. Während die Karotiden mit ihrem internen Anteil das Gehirn und als A. carotis externa den Kopfbereich versorgen, verläuft die A. subclavia weiter als A. axillaris. Am kaudalen Unterrand des M. teres major wird diese zur A. brachialis und verläuft im Sulcus bicipitalis bis sie sich in ihre Endäste A. radialis und A. ulnaris verzweigt.

Aus der Aorta descendens, welche nach ihrem Durchtritt durch das Zwerchfell als Aorta abdominalis bezeichnet wird, geht zunächst der Truncus coeliacus auf Höhe TH 12 mit A. lienalis, A. gastrica sinistra und A. hepatica communis mit den Versorgungsgebieten Milz, kleine Magenkurvatur und Leber ab. Kaudal entspringt die A. mesenterica superior auf Höhe des LWK 1, welche einen Teil des Pankreas und das gesamte Duodenum, Jejunum und Ileum sowie das Colon bis zur linken Flexur versorgt. Ebenfalls auf Höhe des ersten Lendenwirbels gehen die beiden Ae. renales zu den Nieren ab. Der aborale Colonanteil und das Rektum erhalten ihre Versorgung durch die A. mesenterica inferior, welche auf Höhe des dritten bis vierten Lendenwirbels die Aorta abdominalis verlässt.

In Höhe des LWK 4 teilt sich die Aorta in die beiden Ae. iliacae communes auf, welche sich im Verlauf in eine Interna und eine Externa verzweigen. Aus der A. iliaca externa geht nach ihrem Eintritt in die Lacuna vasorum die A. femoralis hervor. Ihre Kollaterale ist die A. profunda femoris, welche unterhalb des Leistenbandes aus der A. femoralis hervorgeht und mit ihren Ästen den Hüftkopf sowie die Oberschenkelmuskulatur versorgt. Nach ihrem Verlauf durch den Adduktorenkanal durchtritt die Femoralarterie den Hiatus adductorius und wird in der Kniekehle zur A. poplitea. Diese verzweigt sich schließlich zu ihren Endästen A. tibialis anterior und posterior sowie die A. fibularis (Schünke et al., 2011).

Die bevorzugten Stellen für einen arteriellen Verschluss ergeben sich aus physiologischen anatomischen Engstellen. Am Beispiel des akuten Verschlusses der A. femoralis zeigt sich dieser zumeist ab dem Adduktorenkanal, da hier eine physiologische Einengung der Arterie durch die Sehne des M. adductor magnus zu finden ist. Auch der Gabelbereich von A. femoralis superficialis und profunda stellen eine klassische Prädilektionsstelle dar. An der oberen Extremität können Aneurysmen der A. subclavia auftreten, welche einen embolischen Verschluss der distalen Arm- und Fingerarterien zur Folge haben können (Neuerburg-Heusler und Hennerici, 1995).

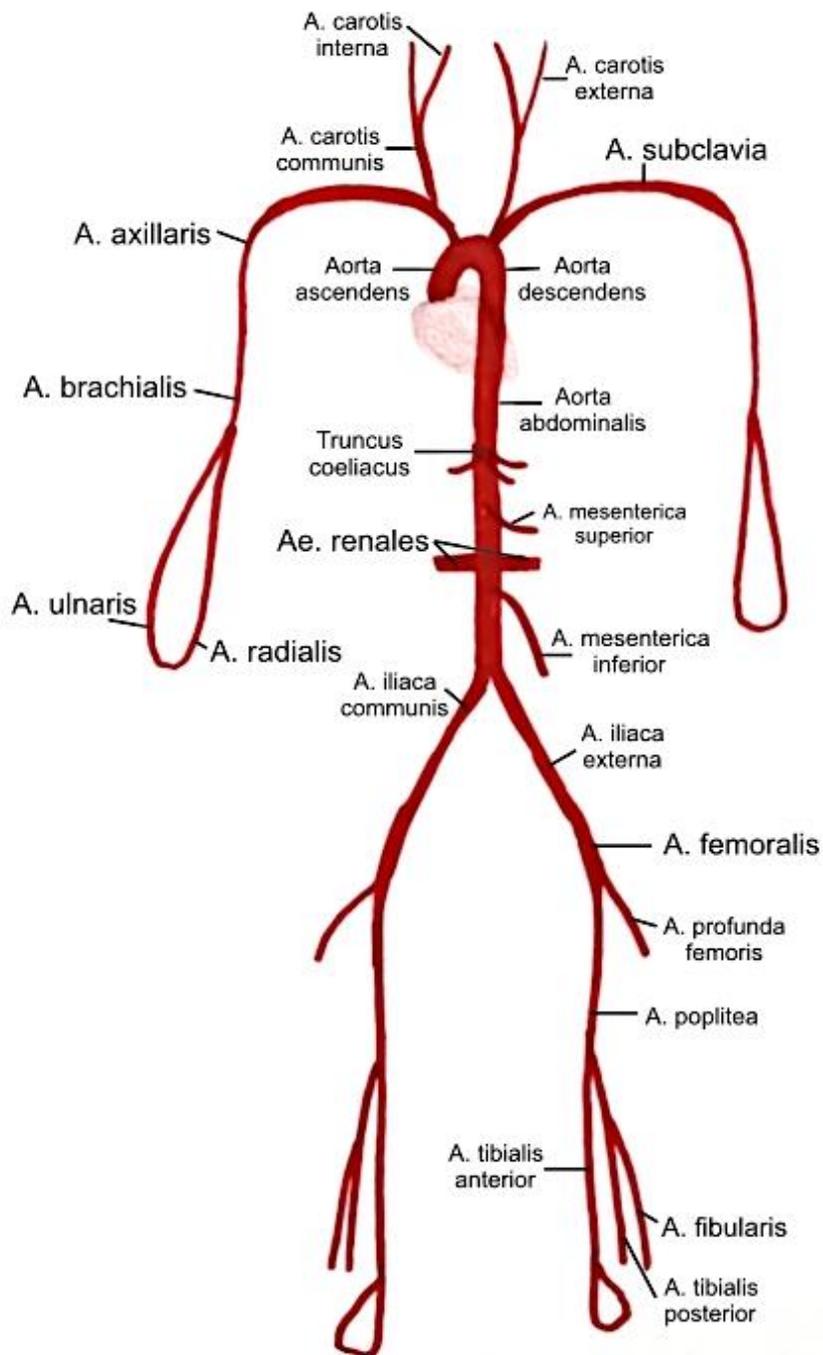


Abb. 1: Schematische Darstellung der wichtigsten Arterien ohne ihre Endverzweigungen mit topographischen Beschriftungen

1.1.3 Definition

Als akuter arterieller Verschlussprozess wird ein plötzlich eintretendes Ereignis mit der Folge der arteriellen Minderversorgung einer Extremität bezeichnet. Zugrunde liegend ist hierbei ein thrombotischer oder embolischer Querschnittverschluss eines arteriellen Gefäßes ohne oder mit ungenügenden Kollateralarterien (Ludwig et al., 2010).

Definitionsgemäß darf dieser Prozess eine Zeitspanne von 14 Tagen nicht überschreiten (Fluck et al. 2019). Klinisch zeigen sich vor allem beim embolischen Verschluss die klassischen „6 P“ welche erstmals von Pratt und Krahl (1954) beschrieben worden sind: Schmerz (Pain), Blässe (Paleness), Pulslosigkeit, eingeschränkte Motorik (Paralysis), Parästhesie und Schock (Prostration) in den unterschiedlichen Stadien der Ischämie. Bei einem inkompletten Ischämiesyndrom wird bis zuletzt eine Minimalperfusion des Gewebes aufrechterhalten, sodass klinische Symptome vermindert ausgeprägt sein oder sogar fehlen können. Im Gegensatz dazu, ist bei einer kompletten Ischämie keinerlei kapilläre Perfusion mehr nachweisbar und es kommt zur Zyanose des Gewebes. Bei Verlust von Sensibilität und Motorik droht unmittelbar die Amputation der betroffenen Extremität (Ludwig et al., 2010).

Die oben genannten Symptome werden nach Rutherford in insgesamt vier Stadien eingeteilt, welche der kritischen und kompletten Ischämie zugeordnet werden. Zudem beinhalten die Stadien nach Rutherford auch Aussagen über Ischämietoleranz und Prognose (Rutherford et al., 1997).

Je länger die Ischämie des Gewebes besteht, umso größer ist die Gefahr für ein sog. Tourniquet-Syndrom, welches aufgrund des Muskel- und Gewebezerfalls mit Myoglobinnämie, metabolischer Azidose, Hyperkaliämie, Volumenverlust und einem akuten Nierenversagen im Sinne einer Crush-Niere einhergehen kann. Vor allem eine Ischämiedauer von über sechs Stunden und eine zentrale Lokalisation des arteriellen Verschlusses sind von Bedeutung für die Ausprägung der Klinik, welche sich besonders im distalen Gewebe am stärksten zeigt (Ludwig et al., 2010).

Tab. 1: Klassifikation nach Rutherford

Stadien	Klinik	Ischämietoleranz	Prognose für die Extremität
Akute kritische Ischämie			
I	Schmerzen Kühleres, blasses Hautkolorit Pulslosigkeit Kapillarperfusion	Subakut > 6 Stunden	Erhaltbar Keine akute Gefahr
Akute komplette Ischämie			
II a	Schmerzen Blasse, livide Haut	Akut < 6 Stunden	Mäßige Gefahr
II b	Motorik / Sensibilität eingeschränkt		Unmittelbare Gefahr
III	Ulzeration / Gangrän		Irreversibler Schaden

1.1.4 Pathogenese

Die Entstehung des akuten Gefäßverschlusses ist in 70 % der Fälle durch ein embolisches Ereignis bedingt. Dieser Embolie können sowohl Aneurysmen, eine atherosklerotische als auch eine kardiale Genese ursächlich sein. Auch venöse Thromben können durch ein persistierendes Foramen ovale zur Embolie führen. Weiterhin stellen septische Erkrankungen durch eine gestörte Hämostase ein Risiko für Mikroembolien dar (Pötzsch und Madlener, 2002).

Beim Vorliegen einer Arrhythmie im Rahmen eines Vorhofflimmerns oder Klappenvitien kann es intrakardial zur Ausbildung eines Thrombus kommen, welcher nach Abscherung in die arterielle Strombahn gelangt und aufgrund seines Durchmessers periphere Gefäßlumen verlegen kann (Van Damme und Limet, 2005).

In 20 % ist eine arterielle Thrombose Ursache der akuten Ischämie. Hierbei stellen vor allem atherosklerotische Veränderungen der Gefäßwand die häufigsten Ursachen dar. Durch Plaqueruptur kommt es zu einer Thrombozytenauflagerung bis zur Entstehung eines weißen Abscheidungsthrombus. Dem zugrunde liegend gelten vor allem Hypertonie, Lipidstoffwechselstörungen, Diabetes mellitus, Übergewicht und Bewegungsmangel, hohes Lebensalter, männliches Geschlecht und eine Raucheranamnese als prädisponierende Faktoren (Pötzsch und Madlener, 2002).

Andere Ursachen, wie ein Popliteaaneurysma oder eine iatrogen verursachte Gefäßdissektion, stellen nur einen kleinen Teil der Auslöser dar.

Die Gefahr für eine Amputation ist abhängig von der Ischämiezeit. Bei einer Dauer von sechs bis zwölf Stunden liegt diese bei 6 %, bei mehr als zwölf Stunden erfolgt eine Verdopplung auf 12 % und bei einer länger als 24 Stunden andauernden Ischämie beträgt die Gefahr für eine Amputationsoperation 20 % (Lutter, 2011).

1.1.5 Diagnostik

Bei der Diagnostik des akuten arteriellen Gefäßverschlusses hat sich ein Stufenschema zur schnellstmöglichen Diagnosestellung etabliert. Zunächst werden anamnestisch Beginn und Schwere des akuten Ereignisses und Grunderkrankungen kardialer Genese, eine vorbestehende pAVK und Aneurysmen erfragt. Darüber hinaus empfiehlt sich eine Anamnese vorheriger Operationen und Interventionen.

In der körperlichen Untersuchung sind vor allem periphere Motorik, Sensibilität und Pulsstatus von Bedeutung. Komplettierend sollte eine Inspektion im Hinblick auf eine Zyanose und eine fehlende Hautvenenzeichnung bei Hochlagerung der Extremität erfolgen (Ludwig et al., 2010). Klinisch zeigen sich vor allem Schmerz und Pulslosigkeit als führende Symptome. Die volle Ausprägung aller sechs Symptome nach Pratt zeigt sich jedoch meist nur bei einem kompletten Verschluss. Bei der inkompletten Ischämie können Parese, Parästhesie und Schock zunächst fehlen. Differentialdiagnostisch abzugrenzen ist hierbei das Krankheitsbild des diabetischen Fußes: auch hier kann es zu Schmerzen mit Pulslosigkeit und Parästhesie kommen, jedoch fehlt klinisch die Blässe und in manchen Fällen auch die Kälte (Lutter, 2011).

Die Akutdiagnostik empfiehlt ein Labor mit Fokus auf Blutbild, Gerinnungsparameter wie Thrombozytenzahl, partielle Thromboplastinzeit (PTT) und Quick / INR, Kreatinin, Kreatinkinase (CK) und Myoglobin. Kreatinkinase (CK) und Laktatdehydrogenase (LDH) können als Zeichen des Zelluntergangs und Gewebezerfall erhöht sein (Ludwig et al. 2010). Auch erhöhte D-Dimere, Leukozyten und die Blutsenkung können allgemein

Aufschluss über ein akutes Geschehen geben (Lutter, 2011). Im Rahmen der Notfallsituation sollte ein EKG erfolgen, welches zudem Aufschluss über kardiale Ursachen geben kann. Bei der Verschlussdruckmessung zeigt sich ein erniedrigter systolischer Druck distal des Verschlusses (Ludwig et al., 2010).

Zur genaueren Darstellung des arteriellen Verschlusses hat sich die Duplexsonographie als Standard etabliert. Hier zeigt sich die Stenose selten direkt, sondern indirekt durch einen fehlenden Rückfluss bei systolischer Spitzenflussumkehr sowie einer geringeren Amplitude im distalen Strömungsgebiet. Im B-Modus lässt sich zudem der Gefäßverlauf mit Veränderungen der Weite und Wand beurteilen. Im Doppler-Modus kann eine qualitative und quantitative Beurteilung der Stenose erfolgen. Im kombinierten Farbdoppler-Modus lässt sich schließlich eine Einengung des Gefäßes anhand einer Aufhellung schnell erkennen, während ein kompletter Verschluss durch einen Abbruch des Fluss- und Farbsignals sichtbar wird. Die Länge kann somit ausgemessen werden (Pötzsch und Madlener 2002). Weiterführende diagnostische Möglichkeiten ergeben sich durch die intraarterielle digitale Subtraktionsangiographie (DSA) sowie Angiographie mittels Computertomographie (CT) oder Magnetresonanztomographie (MRT). Bei Verdacht auf ein kardioembolisches Geschehen sollte im Verlauf eine Echokardiographie zum Ausschluss weiterer kardialer Thromben erfolgen (Van Damme und Limet, 2005). Anamnestisch deuten ein junges Lebensalter, bekannte kardiale Vorerkrankungen und das Fehlen einer arteriellen Verschlusskrankung eher auf ein embolisches Ereignis, während ein höheres Lebensalter, ein metabolisches Syndrom und ein Nikotinabusus eher auf eine arterielle Thrombose schließen lassen (Pötzsch und Madlener, 2002). Je nach Genese des Verschlusses liefern die einzelnen diagnostischen Instrumente unterschiedliche Ergebnisse, welche einen Rückschluss auf den ursächlichen Mechanismus erlauben. Während bei einer embolischen Genese das Gefäß in der Doppler-Sonographie keine Pathologien aufweist, zeigen sich bei einer thrombotischen Genese bei selbiger Untersuchung oftmals Plaques im Rahmen einer ubiquitären Atherosklerose. Bei einem Popliteaneurysma zeigt sich dieses thrombosiert. In der Echokardiographie sind bei der Embolie ein intrakavitärer Thrombus, Klappenpathologien oder auch Pathologien des Herzohres sichtbar, während bei einem thrombotischen Verschluss die Echokardiographie in der Regel ohne Befund ist oder eine

postischämische Kardiopathie zeigt. In den Gefäßdarstellungen ergibt sich bei der embolischen Ischämie eine kuppelförmige Unterbrechung der Flussbahn ohne die Bildung von Kollateralen. Im Gegensatz dazu findet sich bei einer arteriellen Thrombose zumeist eine diffuse Atherosklerose mit Kollateralenbildung (Van Damme und Limet, 2005).

1.2. Gefäßchirurgische Grundlagen

1.2.1 Geschichtliche Entwicklung

Während die klassische Chirurgie ihren Ursprung bereits in der Antike verzeichnet, gehen erste erfolgreiche Anastomosenoperationen der Gefäßchirurgie im Tiermodell auf eine experimentelle Phase von 1875 bis 1920 zurück. Der französische Chirurg Alexis Carell krönte diese Phase im Jahr 1912 mit dem Nobelpreis für Medizin (Staudacher und Gabl, 1998). Trotz erfolgreicher Operationen erlebte die Gefäßchirurgie in den 1920er Jahren einen Stillstand. In der Angiologie stellten arterielle Verschlüsse der Extremitäten eine zunehmende Problematik dar, welche stets eine chirurgische Amputation nach sich gezogen haben (Vollmar und Vollmar-Hesse, 1998).

Mit dem Franzosen René Leriche kam das Behandlungskonzept der Sympatikuschirurgie auf, welches auf der Überlegung beruhte, dass eine periphere arterielle Stenose zu einem Vasospasmus führe. Somit sollte eine Sympathektomie des thorakalen bzw. lumbalen Stranges eine Reperfusion der Extremität gewährleisten (Leriche 1928). Auch die Arteriektomie mit Resektion der arteriellen Stenose ohne Rekonstruktion nach distal gewann in den Jahren 1920 bis 1950 zunehmend an Bedeutung (Vollmar und Vollmar-Hesse, 1998). Als in den 1960er Jahren die angiospastische Hypothese widerlegt worden ist, verlagerte sich der Fokus auf die bereits im Jahr 1929 von dem Portugiesen Reynaldo Dos Santos etablierte Arteriographie zur Gefäßdarstellung (Dos Santos, 1947).

Mit Ende des zweiten Weltkrieges gelang den drei Chirurgen Blalock, Crafoord und Gross unabhängig voneinander die Gefäßrekonstruktion mittels Direktanastomose am Patienten (Vollmar und Vollmar-Hesse, 1998). Wenige Jahre später, im Jahr 1948, erfolgten erste erfolgreiche Venenbypass-Operationen durch Leriche's Schüler Jean Kunlin (Leriche und

Kunlin, 1949). Die Verwendung eines geeigneten Materials für den Gefäßersatz erwies sich als problembehaftet, sodass nach der fast zwei Jahrzehnte überwiegenden Leichengefäß-Transplantation nach Alternativen gesucht werden musste. So erfolgte die Erforschung von Kunststofftransplantaten und auch die Verwendung autologer Gefäße gewann Anfang der 1960er Jahre wieder an Bedeutung (Vollmar und Vollmar-Hesse 1998), obwohl Ernst Jeger diese beiden Techniken bereits vor dem ersten Weltkrieg vorantrieb (Jeger, 1913).

Die Thrombendarteriektomie und somit eine zweite Art der Perfusionsrekonstruktion nach Gefäßverschluss wurde durch Jean Cid Dos Santos, den Sohn Reynaldo Dos Santos, im Jahr 1947 eingeführt (Dos Santos, 1976). Diese Technik der Gefäßausschälung ist in den 1960er Jahren in Heidelberg als Spiraldissektion weiterentwickelt worden (Vollmar und Vollmar-Hesse, 1998). Mit der Einführung der Katheterangiographie durch den Schweden Sven-Ivar Seldinger im Jahr 1953 hat die interventionelle Angiographie deutlich an Bedeutung gewonnen (Seldinger, 1953). Nachdem bisher nur der sog. „Dotter“-Katheter als Instrument zur intraluminalen Gefäßaufdehnung (Dotter und Judkins, 1964) bekannt war, entwickelte der Züricher Andreas Grüntzig den ersten Ballonkatheter, der es möglich machte, von der Leiste aus und ohne Narkose Stenosen aufzudehnen (Grüntzig und Meier, 1983) - ein Verfahren, das heute noch als perkutane transluminale Angioplastie (PTA) im Klinikalltag verwendet wird. Ebenfalls mit einem Ballonkatheter arbeitete Thomas Fogarty, damals noch Student. Er erprobte das Verfahren zur Embolektomie und ließ sich den von ihm selbst konstruierten „Fogarty-Katheter“ patentieren und industriell fertigen (Fogarty et al., 1963). Dieser stellt bis heute ein bedeutendes Instrument in der operativen Versorgung akuter Verschlüsse dar. Erst in den 1970er Jahren wurde die Gefäßchirurgie in Deutschland als eigenständiges Fachgebiet anerkannt (Vollmar und Vollmar-Hesse, 1998). Im Jahr 1982 beschrieb Hermann Zeumer erstmals die lokale intraarterielle Lysetherapie bei einem akuten Verschluss der A. basilaris mittels eines Fibrinolytikums über einen einliegenden Katheter (Zeumer et al., 1982).

1.2.2 Aktueller Stand der Therapie akuter arterieller Verschlüsse

Im Jahr 2020 steht bei der Akuttherapie des akuten arteriellen Verschlusses vor allem die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Radiologen und Gefäßchirurgen im Vordergrund, um eine sofortige Therapiestrategie zum Wohle des Patienten zu erarbeiten. Zu den Sofortmaßnahmen nach Diagnosestellung gehört zunächst eine Kreislaufstabilisierung, Tieflagerung und Polsterung der Extremität sowie eine Heparinisierung und intravenöse Analgesie.

Die spezielle Therapie wird von der Genese und dem Vorliegen einer kompletten oder inkompletten Ischämie sowie dem klinischen Befund des Patienten und strukturellen und personellen Ressourcen des Krankenhauses bestimmt.

Bei einer Symptomatik im Sinne eines Rutherford I bis IIa Stadiums (subakuter bis akuter Verschluss mit mäßiger Gefahr ohne neurologische Störungen) ist zunächst bevorzugt eine interventionelle Thrombolyse anzustreben. Hierbei wird in fast allen Fällen von lokalen Verfahren wie der intraarteriellen lokalen Thrombolyse mittels Fibrinolytikum oder einer Infiltrationsfibrinolyse direkt in den Thrombus Gebrauch gemacht. Eine systemische Lysetherapie ist lediglich in Einzelfällen von Vorteil. Die thrombolytischen Verfahren werden oftmals mit einer PTA kombiniert, welche durch Aufdehnung des stenosierte Abschnittes eine schnelle Rekanalisation des betroffenen Areals bewirken kann.

Bei akutem Verschluss mit kompletter Ischämie und neurologischer Symptomatik (Rutherford IIb, III) sowie Beteiligung der Beckenachse oder Femoralisgabel, sollte bevorzugt operiert werden. Die klassische Embolektomie erfolgt unter Vollnarkose mittels Arteriotomie und direkter Ausschälung des Embolus oder per Fogarty-Ballonkatheter (Ludwig et al., 2010).

Bei uneindeutiger Zuordnung zu einem konkreten Stadium und distaler Lage verschwimmen die Grenzen zwischen interventionellen und operativen Verfahren, sodass eine individuelle Abwägung nötig ist. Liegt ein langstreckiger Verschluss vor, ist eine optimale kurz- oder langfristige Reperfusion oftmals nur mit einem Bypass zu gewährleisten.

1.3 Klinische Abläufe und Methoden

1.3.1 Prä-, peri- und postoperative Maßnahmen im Prosper-Hospital

Präoperativ bzw. präinterventionell wird die betroffene Extremität zunächst tiefgelagert, der Patient analgisiert und heparinisiert. Zudem sollte der Patient weder essen, noch trinken oder rauchen. Es erfolgt eine stetige Überwachung der Vitalparameter per Monitoring zur frühzeitigen Erkennung und Behandlung einer Schocksymptomatik.

Aufgrund eventuell auftretender Blutverluste werden vor einer Operation die Blutgruppe des Patienten bestimmt und Blutkonserven im Labor bereitgestellt.

Perioperativ erhalten die Patienten im Prosper-Hospital standardmäßig 1,5 g Cefuroxim intravenös als Antibiotikaphylaxe vor dem Hautschnitt.

Während der Operation bzw. Intervention sollte auf eine Normothermie des Patienten sowie akribisch auf den Blutverlust geachtet werden. Bei erwartungsgemäß mittelstarken Schmerzen nach dem Eingriff wird bereits intraoperativ eine bedarfsgerechte Analgesie mittels Metamizol und eventuell zusätzlich Piritramid durchgeführt. Auch die Möglichkeit von intraoperativen Blutgasanalysen zur Kontrolle von pH, Laktat und Hb-Wert ist zu erwägen.

Postoperativ bzw. postinterventionell werden die Patienten intensivmedizinisch überwacht bzw. auf die Intermediate Care Station unter ständigem Monitoring von EKG, Puls, Temperatur und engmaschiger Blutdruckmessung aufgenommen. Hierbei gilt es vor allem auf das Auftreten eines Kompartmentsyndroms sowie Tourniquet-Syndroms nach Revaskularisation zu achten, postoperative Schmerzen regelmäßig zu evaluieren und eine bedarfsgerechte analgetische Therapie anzupassen.

Ein Kompartmentsyndrom kann sich aufgrund eines Weichteilödems durch gesteigerte Gefäßpermeabilität nach Reperfusion entwickeln. Es äußert sich durch Schmerzen, Überwärmung sowie glänzende, gespannte Haut mit Pulsverlust durch einen erhöhten Druck in der Muskelloge und muss umgehend per Fasziotomie behandelt werden (Lanz, 1982).

Ein Tourniquet-Syndrom oder auch Reperfusionssyndrom zeigt sich oftmals als Folge des Kompartmentsyndroms mit zusätzlicher metabolischer Azidose, Crush-Niere mit akutem Nierenversagen aufgrund von Rhabdomyolyse sowie Hyperkaliämie mit kardialen

Komplikationen. Die Therapie dieser akut lebensbedrohlichen Komplikation beinhaltet eine Volumensubstitution und forcierte Diurese (Beyersdorf et al., 1989).

Postoperativ erhalten die Patienten einen Heparin-Perfusor für 24 Stunden zur Antikoagulation nach festem Schema. Im Prosper-Hospital Recklinghausen beträgt die Dosis 1000 I.E. Heparin pro Stunde über 24 Stunden intravenös, nach 24 Stunden 3000 I.E. eines niedermolekularen Heparins (Certoparin-Natrium, hier „Mono Embolex“) subkutan einmal täglich für die Dauer des stationären Aufenthaltes sowie 100 mg ASS einmal täglich lebenslang. Die Gerinnungsparameter, im Besonderen ein kleines Blutbild, Thrombozyten, PTT, Antithrombin III sowie Fibrinogen, werden erstmals nach vier Stunden, danach alle acht Stunden laborchemisch bestimmt. Die Laufrate des Perfusors wird PTT gesteuert angepasst, mit dem Ziel der PTT-Verlängerung auf das Zwei- bis Dreifache des Normwertes auf etwa 50 bis 70 Sekunden.

24 Stunden nach der Operation bzw. alle vier Stunden nach Lysebeginn, sollte eine erneute Gefäßdarstellung z.B. per DSA durchgeführt werden, um die Offenheit des zuvor stenosierten Gefäßes zu sichern und den Erfolg der durchgeführten Maßnahme zu belegen. Bei weiterhin bestehendem oder neuem Verschluss muss die klinische Situation des Patienten erneut evaluiert und über eine weitere Therapie entschieden werden.

Im Verlauf des stationären Aufenthaltes werden die Operationswunde bzw. die Einstichstelle regelmäßig kontrolliert und Verbandswechsel durchgeführt, um Anzeichen einer Wundinfektion frühzeitig zu erkennen. Die Entfernung des Nahtmaterials erfolgt am 12. bis 14. postoperativen Tag.

Bei der Entlassung des Patienten nach Operation oder Lysetherapie ist der Einsatz eines Thrombozytenaggregationshemmers und/oder oralen Antikoagulantien obligat. Besonders bei gesicherter oder nicht ausreichend beseitigter Emboliequelle ist eine Langzeit-Antikoagulation mittels Vitamin K-Antagonisten in Erwägung zu ziehen. Bei der pAVK als Grunderkrankung ist kein Vorteil einer low-dose Cumarin-Behandlung erwiesen und demnach wird eher eine low-dose Heparinisierung empfohlen. Niedermolekulare Heparine zur Thromboseprophylaxe im arteriellen System sind in Deutschland nicht zugelassen (Ludwig et al., 2010).

1.3.2 Narkoseverfahren im Prosper-Hospital Recklinghausen

Die operative Versorgung des akuten arteriellen Verschlusses geschieht in der Regel in Vollnarkose mittels Larynxmaske unter Monitorüberwachung. Hierbei werden Gefäßzugänge wie ein zentraler Venenkatheter bei schwierigen Venenverhältnissen oder auch eine arterielle Kanüle zur kontinuierlichen Blutdrucküberwachung bereits vor der Narkoseeinleitung angelegt. Zur Einleitung der Narkose wird standardmäßig Propofol in Kombination mit Fentanyl gewichtsadaptiert benutzt. Die Aufrechterhaltung der Narkose erfolgt im Prosper-Hospital i.d.R. inhalativ mittels Sevofluran als balancierte Anästhesie. Vorteil hierbei ist eine Anpassung an die Länge des Eingriffs und eine Abschirmung des Patienten von Umgebungsgeräuschen im Operationssaal. Bei Risikopatienten mit hohem Alter und multiplen, auch kardialen Vorerkrankungen, sollte eine Spinalanästhesie erwogen werden, um die Kreislaufstabilität möglichst wenig zu beeinflussen. Durch das in den Liquorraum eingebrachte Lokalanästhetikum, im Prosper-Hospital standardmäßig Bupivacain, kommt es zu einer Blockade kaudaler Nervenwurzeln und daraus resultierender sensibler und motorischer Anästhesie bei erhaltenem Bewusstsein. Durch die Sympathikolyse erfolgt eine Vasodilatation, die eine verbesserte periphere Durchblutung bewirkt.

Bei der Lysetherapie ist i.d.R. keine Vollnarkose oder Regionalanästhesie des Patienten erforderlich. Es wird lediglich eine Lokalanästhesie mit Mevicain durchgeführt und die Vitalparameter des Patienten werden überwacht.

1.3.3 Operationstechnik der mechanischen Thrombembolektomie

Die operative Versorgung der akuten arteriellen Extremitätenischämie geschieht im Prosper-Hospital Recklinghausen stets durch einen Facharzt für Gefäßchirurgie als Operateur mit einem Assistenzarzt oder weiteren Facharzt aus der Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie als erstem Assistenten.

Nach Team-Team-Out erfolgt das sterile Abwaschen und das Abdecken mit sterilen Tüchern. Anschließend werden Haut und subkutanes Fettgewebe durchtrennt und eine Präparation bis zum betroffenen Gefäß vorgenommen. Dieses wird unterfahren, mittels

dicker Gummiligatur angezügelt und anschließend atraumatisch abgeklemmt. Es erfolgt die quere Arteriotomie und danach das Einbringen und Vorschieben des Fogarty-Ballonkatheters. Proximal des Thrombus bzw. Embolus wird der Ballon aufgedehnt und der Katheter bei aufgedehntem Ballon langsam zurückgezogen, um den Thrombus bzw. den Embolus zu entfernen. Das operative Vorgehen wird schematisch in Abbildung 2 dargestellt. Bei erfolgreicher Entfernung des intraluminalen stenosierenden Gewebes zeigt sich ein arterieller Rückfluss. Nach erfolgreichem Fogarty-Manöver erfolgt eine radiologische Gefäßdarstellung mittels mobilem Röntgengerät (C-Bogen) im OP. Danach folgt entweder die direkte Gefäßnaht oder eine Patch-Plastik zur Vergrößerung des Gefäßlumens. Die Klemmen werden gelöst und somit ein sog. Flush-Manöver durchgeführt. Nach Fertigstellung der Naht wird die Strombahn freigegeben und der periphere Puls nochmals manuell getastet. Bei langstreckigen Stenosen oder erfolglosem Thrombektomie- bzw. Embolektomieversuch mittels Katheter ergibt sich die Notwendigkeit eines Bypasses.

Weiter erfolgt von innen nach außen der Wundverschluss mit resorbierbarem Nahtmaterial und die Einlage einer Redon-Drainage. Die Haut wird mittels fortlaufender intrakutaner Naht oder Rückstichnähten nach Donati verschlossen. Zuletzt wird die Wunde mit einem sterilen Wundverband abgedeckt.

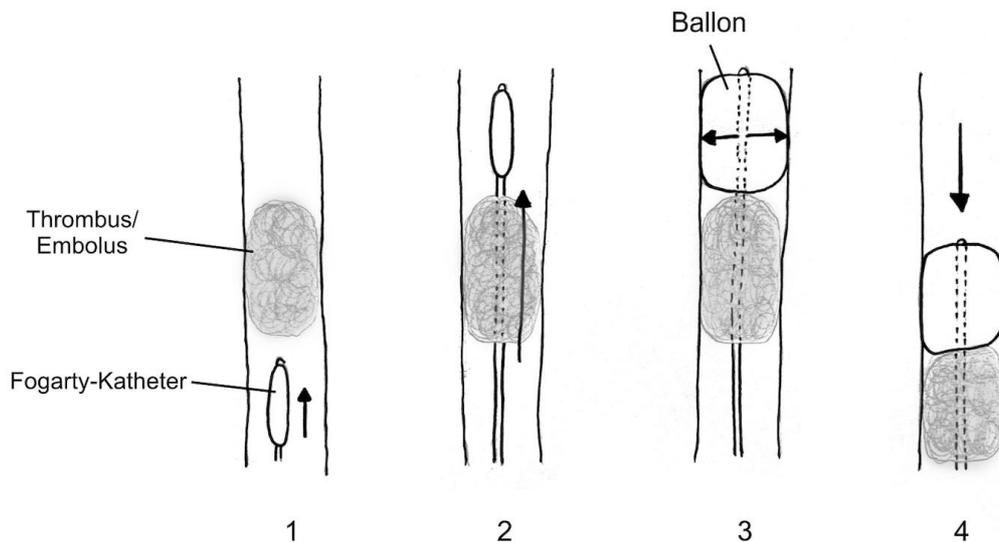


Abb. 3: Schematische Darstellung der operativen Thrombembolktomie mittels Fogarty-Ballonkatheter (retrograd)

1 Einbringen des Fogarty-Ballonkatheters

- 2 Vorschieben bis proximal des Thrombus bzw. Embolus
- 3 Aufdehnen des Ballons
- 4 Rückzug nach distal mit Entfernung des Thrombus bzw. Embolus

1.3.4 Intraarterielle lokale Lysetherapie

Die lokale intraarterielle Lysetherapie wird im Prosper-Hospital Recklinghausen von der radiologischen Fachabteilung durch einen Facharzt für Radiologie in den Räumlichkeiten der Radiologie durchgeführt. Zur lokalen intraarteriellen Lysetherapie erfolgt zuerst eine Lokalanästhesie der Haut mit Mevicain und unter Röntgen die Arterie punktiert. Anschließend wird ein Katheter je nach Lokalisation des Verschlusses ante- oder retrograd in das betroffene Gefäß eingebracht und direkt vor dem Thrombus platziert. Hierüber wird kontinuierlich ein Fibrinolytikum, im Prosper-Hospital standardmäßig rt-PA, mittels Bolus von 5 mg und einer anschließenden Laufrate von 1 mg pro Stunde bis zu einer Maximaldosis von 10 mg in vier bis sechs Stunden infundiert. Zusätzlich laufen über den eingebrachten Katheter 500 I.E. Heparin pro Stunde. Der Katheter verbleibt für 24 Stunden. Währenddessen wird der Patient auf der Intensivstation oder Intermediate Care Station überwacht. Alle vier Stunden erfolgt eine Reevaluation der klinischen Situation sowie eine angiographische Kontrolle per DSA. Bei aufgelöstem Thrombus wird der Katheter durch den Chirurgen entfernt und die Punktionsstelle anschließend für mindestens 15 Minuten manuell komprimiert, bevor ein Druckverband für 24 Stunden angelegt wird.

1.4 Problemstellung

Der akute arterielle Verschluss einer Extremität stellt einen absoluten Notfall in der Gefäßchirurgie dar. Trotz verschiedener ätiologischer Mechanismen besteht bei allen Formen des akuten Verschlusses eine sofortige Therapieindikation, insbesondere bei bereits eingetretener motorischer und sensibler Funktionseinbuße. Die Ischämiezeit und eventuelle Nebenerkrankungen des Patienten sind wichtige prognostische Faktoren für

eine Amputation im Verlauf. Im Laufe der Jahrzehnte hat sich der Therapiealgorithmus stets weiterentwickelt und verändert. Trotz diverser vergleichender Studien in der Vergangenheit, gibt es auch im Jahr 2020 keinen Goldstandard. Therapeutische Probleme ergeben sich aus einer fehlenden oder fehlerhaften interdisziplinären Zusammenarbeit und Kommunikationsproblemen, welche zu Zeitverzögerungen führen können. Auch mangelnde Ressourcen wie personelle Engpässe und unzureichende Fachkenntnisse, insbesondere außerhalb der regulären Arbeitszeiten, wie nachts oder an Wochenenden, stellen Fallstricke in der Akutversorgung der Extremitätenischämie dar. Im Prosper-Hospital Recklinghausen stellt der akute arterielle Verschluss in der Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie ein wiederkehrendes Krankheitsbild dar. Durch eine gute Vernetzung mit der Klinik für Radiologie können die Patienten schnellstmöglich behandelt werden. In dem Ballungsgebiet Ruhrgebiet ist die Standortdichte gefäßchirurgischer Kliniken wesentlich höher als in ländlichen Gebieten, sodass hier das Outcome der Patienten nicht nur von individuellem Interesse, sondern zudem auch für die Reputation der Klinik von Bedeutung ist.

In dieser Arbeit werden nun die Fälle aus den Jahren 2008 bis 2019 analysiert, um anhand objektiver sowie subjektiver Kriterien Daten für die Erstellung einer Leitlinie zur Versorgung der akuten Extremitätenischämie im Jahr 2020 beitragen zu können.

Die zu untersuchende Hypothese dieser Arbeit lautet: Die operative Therapie ist der intraarteriellen Lysetherapie beim akuten arteriellen Verschluss überlegen. Eine mögliche Gegenhypothese ist die Überlegenheit der Thrombolysetherapie gegenüber der klassischen Thrombembolktomie.

2. Material und Methoden

2.1 Studiendesign

Bei dieser Studie handelt es sich um eine klinische, retrospektiv angelegte Untersuchung am Patientengut der Abteilung für Allgemein-, Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie des Prosper-Hospitals in Recklinghausen. Der Untersuchungszeitraum erstreckt sich vom 1. Januar 2008 bis 31. Dezember 2019 und bezieht sich auf alle in diesem Zeitraum behandelten Patienten mit einem akuten arteriellen Extremitätenverschluss. Die Kohorten entsprechen den Patientengruppen mit primärer operativer Thrombembolektomie sowie primärer intraarterieller lokaler Thrombolysetherapie. Die Daten der Patienten des entsprechenden Kollektivs wurden über das klinikinterne Dokumentationssystem Orbis ermittelt. Informationen zu den Patienten, der angewandten Operations- bzw. Interventionstechnik und dem peri- und postinterventionellen Verlauf sowie weitere Aufenthalte und durchgeführte Prozeduren im Prosper-Hospital bis zum Zeitpunkt der Studie (Stand Juni 2020) sind den Krankenakten entnommen.

Die untersuchten Parameter sind Aufenthaltsdauer, Alter, Geschlecht, ASA-Status, Dauer der Operation bzw. Intervention, Auftreten von Komplikationen, Pathogenese des Verschlusses (Embolie oder autochthon), Raucheranamnese, pAVK in der Anamnese, Klinik des akuten Verschlusses (inkomplett oder komplett), Amputation während des stationären Primäraufenthaltes, Mortalität während des stationären Primäraufenthaltes, Folgeoperationen an arteriellen Gefäßen der unteren Extremität bis heute, Amputationen bis heute und Tod bis heute. Bei der intraarteriellen Lysetherapie werden zusätzlich Anzahl der Lysezyklen, Erfolg der Lyse und zusätzliche Interventionen betrachtet.

Diese sind zunächst unter den zu erfassenden Items in anonymisierter Form in Microsoft Excel kategorisiert und anschließend ausgewertet worden.

2.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Im Beobachtungszeitraum der vorliegenden Studie vom 01.01.2008 bis 31.12.2019 sind in der Abteilung für Allgemein-, Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie des Prosper-Hospitals in Recklinghausen insgesamt 831 Fälle aufgrund einer akuten arteriellen Extremitätenischämie behandelt worden. Hierbei gilt, dass ein Fall im Verlauf des stationären Aufenthaltes mehrere Interventionen aufweisen kann.

Die Auswahl der Therapie erfolgte individuell abgestimmt auf den einzelnen Patienten in Abhängigkeit von Ausprägung und Schwere des akuten Krankheitsbildes, Ätiologie der Ischämie, Vorerkrankungen und klinischem Zustand.

In die vorliegende Studie sind alle Patienten eingeschlossen worden, bei denen eine operative Thrombembolektomie und/oder interventionelle Lysetherapie bei einem akuten arteriellen Gefäßverschluss der Extremitäten erfolgte. Von Interesse sind die OPS 5-280.x für die Inzision, Embolektomie und Thrombektomie von Blutgefäßen unter genauer Betrachtung von 5-380.52 und 5-380.53 für die A. iliaca, 5-380.70 für die A. femoralis, 5-380.71 für die A. profunda femoris und 5-380.72 für die A. poplitea.

Bei der Lysetherapie liegt der Fokus auf OPS 8-836.7 für die selektive Thrombolyse in Unterschenkelgefäßen (8-836.7c) und Oberschenkelgefäßen (8-836.7k).

Ausgeschlossen wurden Patienten, die zur Versorgung einer chronischen Stenose elektiv stationär aufgenommen wurden, Patienten mit einer akuten Ischämie zentraler Gefäße (Aorta, Mesenterialgefäße, Ae. renales und A. carotis), Patienten, bei denen das betroffene Gefäß ein Bypass war oder eine primäre Implantation eines Bypasses erfolgte sowie Patienten, die lediglich eine PTA erhielten.

Somit hat sich im Beobachtungszeitraum ein Kollektiv von 366 Patienten ergeben, davon 321 für die Thrombembolektomie und 45 Patienten für die Lysetherapie. Die Entwicklung der beiden Methoden über die Zeit wird in Abbildung 2 dargestellt.

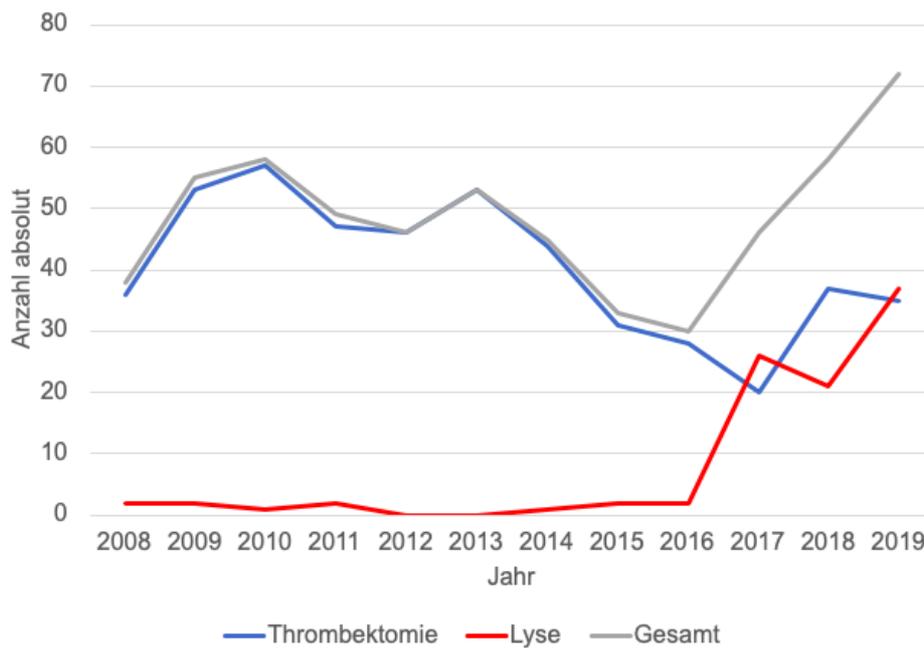


Abb. 2: Anzahl der Thrombembolien und Lysetherapien im Prosper-Hospital in den Jahren 2008 bis 2019 aus dem OPS

2.3 Methodik

Um die zu untersuchende Hypothese dieser Arbeit zu beantworten, erfolgte eine quantitative Analyse der aus den Patientenakten erhobenen Parameter. Diese wurden in numerische Werte transformiert und in einer Tabelle mit Hilfe von Windows Excel analysiert. Hierzu wurde eine positive Aussage, z.B. Raucheranamnese "ja" gleich 1, eine Verneinung gleich 0 gesetzt. Durch die spaltenweise Addition der Werte ergab sich die absolute Zahl der positiven Werte. Aus diesen wurde mit Hilfe der Formel $p\% = \frac{W}{G}$ der relative Wert berechnet, wobei W für den Anteil und G für den Grundwert steht und anschließend als Balkendiagramm dargestellt.

Bereits numerische Parameter wie das Patientenalter, die Dauer des Krankenhausaufenthaltes und die Anzahl der Lysezyklen wurden unverändert übernommen. Anschließend wurden die Werte spaltenweise addiert und durch die Anzahl der Patienten geteilt, um den Durchschnittswert zu erhalten. Für das Patientenalter und die Krankenhausverweildauer wurden zusätzlich die 25, 50 und 75 % Perzentile

berechnet und ein Boxplotdiagramm erstellt. Für den ASA-Wert wurden die absoluten Zahlen als Balkendiagramm dargestellt.

Zur Beurteilung der mittelfristigen Ergebnisse wurden Wachstumsraten mit folgender

Formel berechnet: $p_t = \frac{x_t - x_{t-1}}{x_{t-1}}$. Hierbei wurde der Startwert x_t mit dem Endwert x_{t-1} verglichen, der Startwert vom Endwert subtrahiert und die Differenz durch den Startwert geteilt, um die relative Wachstumsrate zu erhalten.

3. Ergebnisse

3.1 Patientenkollektiv

3.1.1 Geschlechterverteilung

Das untersuchte Patientenkollektiv von 2008 bis 2019 besteht aus insgesamt 366 Patienten, davon 49,5 % Frauen und 51,5 % Männer bei absolut 181 Frauen zu 185 Männern. Diese werden unterteilt nach Lokalisation in Abbildung 4 dargestellt.

Insgesamt 321 Patienten erhielten primär eine operative Thrombembolektomie und 45 Patienten eine lokale intraarterielle Lysetherapie.

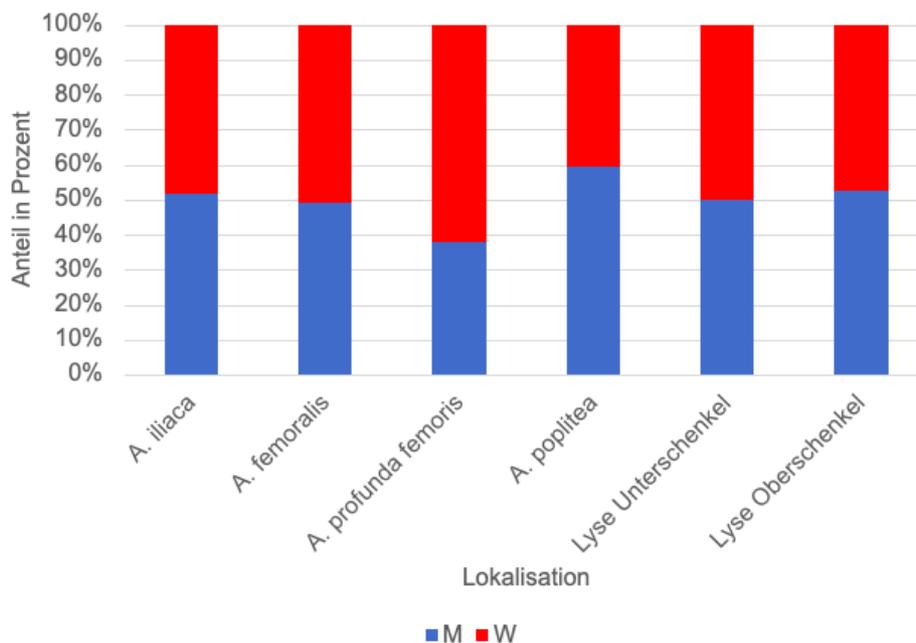


Abb. 4: Geschlechterverteilung gesamt bei allen Eingriffen zur Therapie der akuten arteriellen Extremitätenischämie in relativen Zahlen

Von den 62 Patienten, die eine Thrombembolektomie der A. iliaca erhielten, sind 48,4 % weiblich und 51,6 % männlich. Absolut beträgt das Verhältnis 30 Frauen zu 32 Männern. Bei insgesamt 191 Patienten ist eine Ischämie der A. femoralis operativ versorgt worden. Hiervon sind 97 (50,1 %) weiblichen und 94 (49,1 %) männlichen Geschlechts. Bei der Thrombembolektomie der A. profunda femoris liegt das Verhältnis der Geschlechter bei 8 Männern (38,1 %) zu 13 (61,9 %) Frauen bei insgesamt 21 Patienten. 47 Patienten haben

eine Thrombembolktomie der A. poplitea erhalten, davon 19 Frauen (40,4 %) und 28 Männer (59,6 %).

Zusammenfassend ist bei der operativen Therapie mit insgesamt 321 Patienten der Frauenanteil (159 Frauen absolut) gegenüber 162 Männern nahezu ausgeglichen bei 49,5 % zu 50,5 %.

Insgesamt 26 Patienten erhielten eine lokale intraarterielle Lysetherapie der Unterschenkelarterien, davon mit je 13 Patienten exakt 50 % Frauen und 50 % Männer. Auch im Oberschenkelbereich ist das Verhältnis nahezu ausgeglichen bei 9 (47,4 %) Frauen zu 10 (52,6 %) Männern bei 19 Interventionen.

Somit ist bei insgesamt 45 Fällen mit lokaler Lysetherapie die Geschlechtsverteilung nahezu identisch mit 22 Frauen zu 23 Männern bzw. 48,9 % zu 51,1 %.

3.1.2 Altersverteilung

Im vorliegenden Patientenkollektiv der operativen Therapie und intraartiellen lokalen Lysetherapie liegt der Mittelwert bei 70,4 Jahren, wobei der jüngste Patient 31 Jahre und der älteste 99 Jahre alt sind.

Bei allen durchgeführten operativen Thrombembolktomien beträgt der Altersdurchschnitt 70,9 Jahre, hierbei ist der jüngste Patient 31 Jahre alt, der älteste 99 Jahre. Patienten, die eine Thrombembolktomie der A. iliaca erhalten haben, sind durchschnittlich 67 Jahre alt, Patienten bei denen ein Embolus der A. femoralis vorlag, der operativ entfernt worden ist, 72 Jahre. Der Durchschnitt der Patienten mit einer Thrombembolktomie der A. profunda femoris liegt bei 72 Jahren, bei der A. poplitea bei 71 Jahren.

Das durchschnittliche Alter aller Lysepatienten ist 66,8 Jahre, die Altersspanne beträgt 33 bis 98 Jahre. Patienten, die eine lokale intraarterielle Lyse im Unterschenkelbereich erhalten haben, sind durchschnittlich 68 Jahre alt, im Oberschenkelbereich 66 Jahre.

Die erhobene Altersverteilung findet sich in Abbildung 5 in Form eines Boxplots. Dieses gibt das Minimum und Maximum sowie 25 und 75 % Perzentile, Median und Mittelwert an.

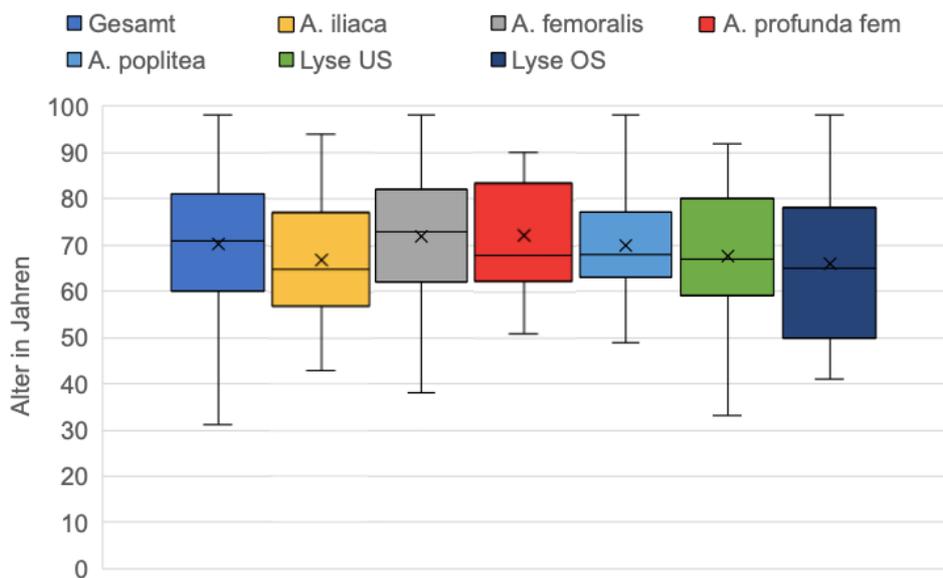


Abb. 5: Altersverteilung als Boxplot gesamt und unterteilt nach Lokalisation und Eingriff

3.1.3 ASA-Index

Der ASA-Index, also das perioperative Risiko der Patientengruppe, bewegt sich im vorliegenden Patientenkollektiv im Bereich von ASA 2 (Patient mit leichter Allgemeinerkrankung ohne Leistungsminderung) bis hin zu ASA 5 (moribunder Patient, der ohne die Operation voraussichtlich nicht überleben wird). Es finden sich keine Patienten mit ASA 1 (gesunder Patient) und ASA 6 (hirntoter Patient) im Kollektiv. Dies kann aus Abbildung 5 entnommen werden. Absolut ergaben sich bei allen Lokalisationen der mechanischen Thrombembolktomie 26 Patienten (8,1 %) mit ASA 2 (leichte Allgemeinerkrankung), 180 Patienten (56,1 %) mit ASA 3 (schwere Allgemeinerkrankung), 108 Patienten (34,6 %) mit ASA 4 (schwere Allgemeinerkrankung, welche eine ständige Lebensbedrohung darstellt) und 4 Patienten (1,2 %) mit ASA 5 (moribunder Patient, der ohne die Operation voraussichtlich nicht überleben wird). Bei der intraarteriellen lokalen Lysetherapie aller Lokalisationen finden sich 3 Patienten (6,7 %) mit ASA 2, 31 Patienten (68,9 %) mit ASA 3 und 11 Patienten (24,4 %) mit ASA 4. Im vorliegenden Kollektiv zeigen sich besonders kardiale und pulmonale Vorerkrankungen sowie maligne Erkrankungen.

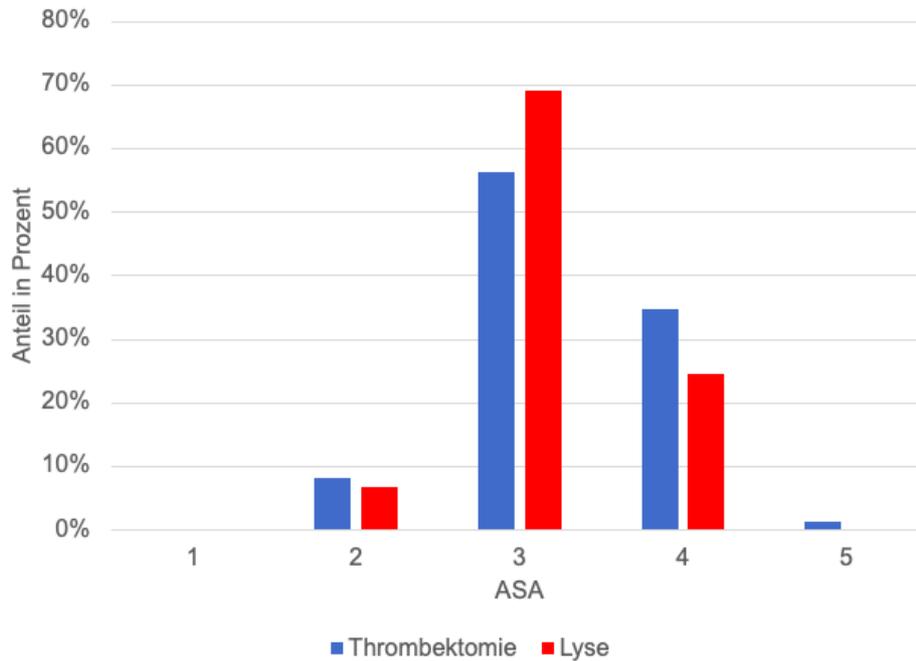


Abb. 6: ASA-Index des vorliegenden Patientenkollektivs in Prozent unterteilt in Thrombembolktomie und intraarterielle lokale Lysetherapie aller Lokalisationen

3.1.4. Raucheranamnese

Insgesamt weisen im vorliegenden Kollektiv von 366 Patienten 49,7 % eine Raucheranamnese auf, absolut betrachtet 182 Patienten.

Bei den Thrombembolktomien aller Lokalisationen zeigt sich das Verhältnis von Rauchern (51,7 %, 166 Patienten) zu Nichtrauchern (48,3 %, 155 Patienten) nahezu ausgeglichen.

Bei der intraarteriellen lokalen Lyse finden sich besonders im Unterschenkelbereich mehr Nichtraucher (77,0 %, 20 Patienten) als Raucher (23,0 %, 6 Patienten), während im Oberschenkelbereich das Verhältnis von Rauchern (52,6 %, 10 Patienten) zu Nichtrauchern (47,4 %, 9 Patienten) annähernd identisch ist.

3.1.5. Vorbekannte pAVK

242 der 366 Patienten, also etwa zwei Drittel, weisen bereits anamnestisch eine periphere arterielle Verschlusskrankheit auf. Einzig in der Patientengruppe der Thrombembolktomie der A. profunda femoris (gesamt 21 Patienten) liegt der Anteil der Patienten ohne vorbekannte pAVK (57,1 %, 12 Patienten) höher als mit pAVK (42,9 %, 9 Patienten).

Bei allen anderen Patientengruppen von Thrombembolktomie und Lyse gibt es mehr Patienten mit einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit als Patienten ohne diese Vorerkrankung. Dies wird durch Abbildung 7 verdeutlicht.

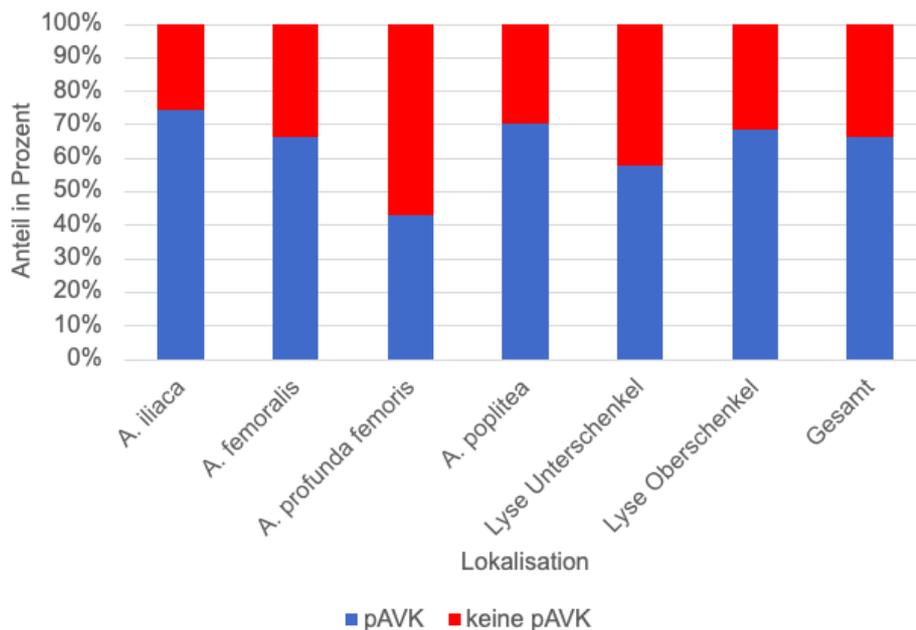


Abb. 7: Anamnestisch vorbekannte periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK) in relativen Zahlen

3.1.6 Klinik des akuten arteriellen Verschlusses

Bei 299 Patienten (81,6 %) liegt ein inkomplettes Ischämiesyndrom mit erhaltener Sensibilität und Motorik vor, während 67 Patienten (18,3 %) ein komplettes

Ischämiesyndrom zeigen. Abbildung 8 gibt die Unterteilung bezogen auf die Lokalisationen und Interventionen graphisch wieder.

Besonders bei der intraarteriellen Lysetherapie liegt in nur einem von insgesamt 45 Fällen ein komplettes Ischämiesyndrom vor. Bei den Thrombembolektomien beträgt der Anteil der kompletten Ischämiesyndrome zwischen 13 % bei der A. poplitea und 22 % im Bereich der A. iliaca.

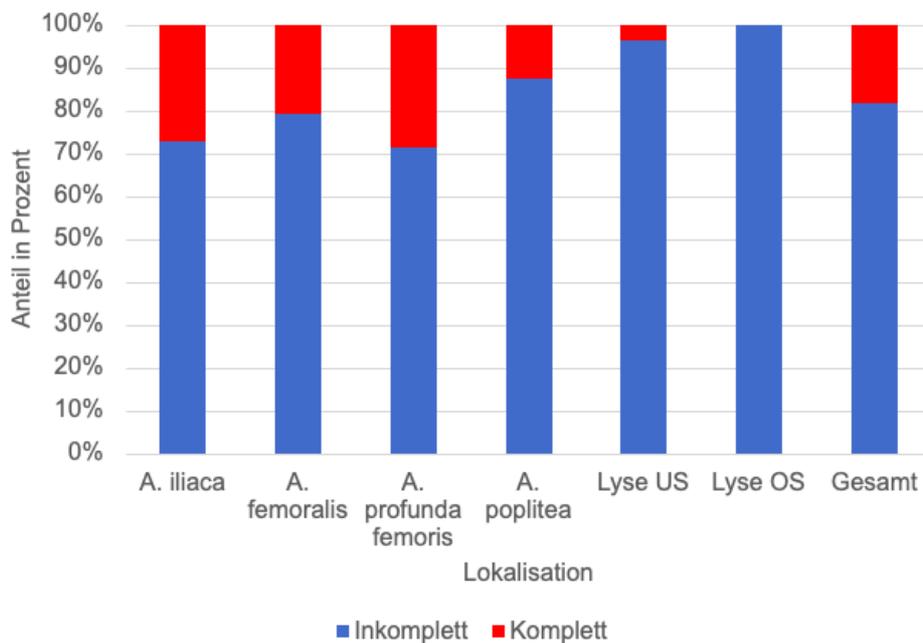


Abb. 8: Klinik des akuten Verschlusses in relativen Zahlen

3.1.7 Ätiologie des akuten Verschlusses

Im gesamten Kollektiv ist der akute arterielle Verschluss in 62,8 % (230 Patienten) embolisch, in 37,2 % (136 Patienten) autochthon bedingt und wird in Abbildung 9 bildlich dargestellt.

Während bei der Patientengruppe, welche eine Thrombembolektomie der A. iliaca erhielt (gesamt 62 Patienten), 69 % (43 Patienten) autochthone Verschlüsse und nur 31 % (19

Patienten) embolische Verschlüsse aufweisen, sind in allen anderen Patientengruppen der Thrombembolektomie und Lyse die Mehrzahl der Gefäßverschlüsse durch eine Embolie bedingt. Für die Thrombembolektomie der A. femoralis bedeutet dies ein Verhältnis von 59,7 % Embolien zu 40,3 % autochthonen Verschlüssen, bei der A. profunda femoris 81 % Embolien zu 19 % autochthonen Verschlüssen und für die A. poplitea 87,2 % Embolien zu 12,8 % autochthonen Verschlüssen.

Bei Patienten, welche eine Lysetherapie des Unterschenkels erhielten, sind 80,8 % der akuten arteriellen Verschlüsse embolisch und 19,2 % autochthon bedingt. Im Bereich des Oberschenkels liegt das Verhältnis bei 94,7 % embolischen zu 5,3 % autochthonen Verschlüssen.

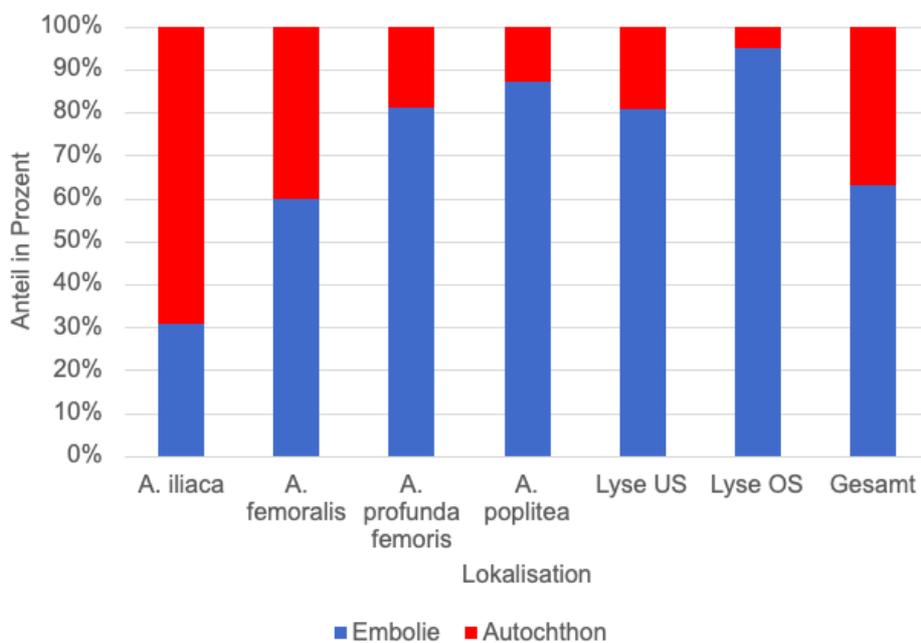


Abb. 9: Ätiologie des akuten Verschlusses in relativen Zahlen

3.2 Dauer der Interventionen

Bei der Thrombembolektomie liegt die minimale Operationsdauer von Schnitt bis Naht 20 Minuten, die maximale Dauer bei 477 Minuten.

Operationen an der A. iliaca dauern im Schnitt 166,9 Minuten, minimal 22, maximal 477 Minuten. Im Bereich der A. femoralis liegt der Durchschnitt bei 92,1 Minuten, minimal 20, maximal 345 Minuten. Die durchschnittliche Dauer einer Thrombembolektomie der A. profunda femoris beträgt 99,8 Minuten, minimal 26, maximal 243 Minuten. Bei der A. poplitea schwankt die Dauer zwischen 28 und 360 Minuten, im Durchschnitt 112 Minuten. Die intraarterielle lokale Lysetherapie wird in Zyklen von je 24 Stunden Dauer durchgeführt. Bei der Lysetherapie beträgt die durchschnittliche Dauer im Bereich des Unterschenkels 33,8 Stunden bei 1,5 Lyse-Zyklen. Minimal wurde ein Zyklus durchgeführt, maximal vier. Die Dauer variiert von acht bis 48 Stunden. Im Bereich des Oberschenkels beträgt die Dauer im Schnitt 32,2 Stunden bei 1,4 Lyse-Zyklen. Die Mindestdauer liegt bei 12 Stunden, maximal 72 Stunden bei minimal einem, maximal drei Zyklen.

3.3 Frühpostinterventioneller Verlauf

3.3.1 Erfolg

Der unmittelbare Erfolg, also die wiedererlangte Durchgängigkeit des Gefäßes, der durchgeführten intraarteriellen lokalen Lysetherapie wird nach jedem Zyklus per DSA überprüft.

Im Bereich des Unterschenkels sind primär nach alleiniger Lyse acht Interventionen erfolgreich. Nach anschließender zusätzlicher Intervention im Sinne einer perkutanen transluminalen Angioplastie (PTA mit oder ohne Stent) ist bei weiteren acht Patienten ein Erfolg zu verzeichnen. In zehn Fällen stellt sich keine ausreichende Offenheit der Gefäße nach intraarterieller lokaler Lyse ein. Auch im Oberschenkelbereich stellt sich in acht Fällen ein primärer Erfolg ein sowie bei acht Patienten nach zusätzlicher radiologischer Intervention. Bei drei Patienten ist die Lysetherapie ohne Erfolg.

Somit liegt die primäre Erfolgsquote bei 16 von 45 Fällen (35,5 %). Mit zusätzlicher Intervention liegt der Gesamterfolg der Lysetherapie im vorliegenden Kollektiv bei 32 von 45 Fällen, also 71,1 %.

3.3.2 Komplikationen während des stationären Primäraufenthaltes

Zu den allgemeinen Komplikationen der Rekanalisationstherapie werden ein Re-Verschluss des betroffenen Gefäßes, Nachblutung, Infektion, Wundheilungsstörung und Reperfusionssyndrom mit Kompartmentsyndrom während des stationären Primäraufenthaltes gezählt.

Die Komplikationsrate im gesamten Kollektiv liegt mit 131 von 366 Fällen bei 35,8 %. Die Unterteilung in alle Lokalisationen ist graphisch in Abbildung 10 dargestellt.

Bei allen durchgeführten Thrombembolektomien kommt es in 124 von 321 Fällen (38,6 %) zu Komplikationen. Im Bereich der A. iliaca liegt die Komplikationsrate bei 38,7 % (24 von 62 Fällen), im Bereich der A. femoralis bei 38,2 % (73 von 191 Fällen), im Bereich der A. profunda femoris bei 52,4 % (11 von 21 Fällen) und im Bereich der A. poplitea bei 34,0 % (16 von 47 Fällen).

Bei der Lysetherapie aller Lokalisationen ereignen sich in sieben von 45 Fällen (15,6 %) Komplikationen, diese finden sich bei vier von 26 Patienten (15,4 %) im Unterschenkel- und bei 3 von 19 Fällen (15,8 %) im Oberschenkelbereich.

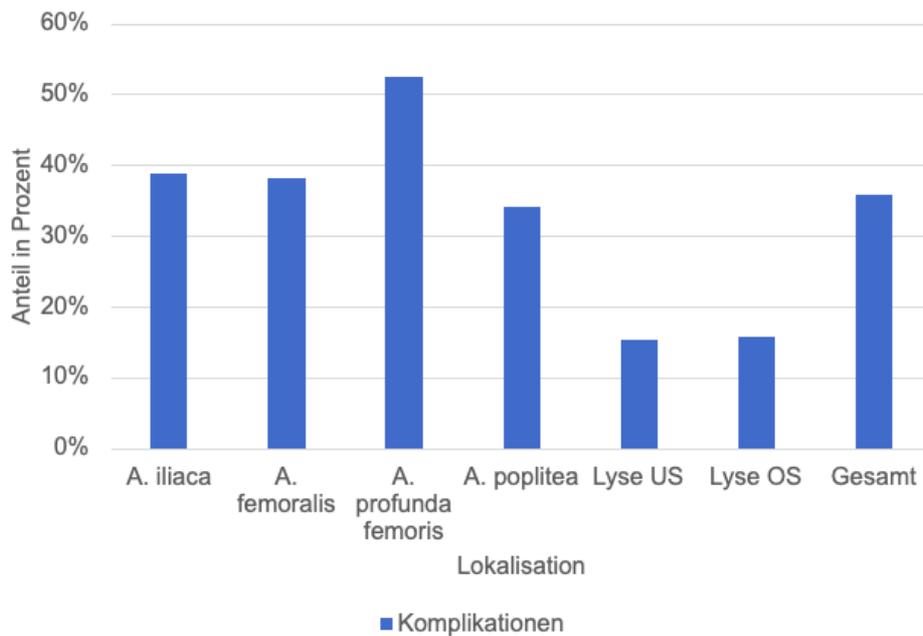


Abb. 10: Komplikationsrate unterteilt in Thrombemboliekтомien und intraarterielle lokale Lysetherapie aller Lokalisationen in relativen Zahlen

3.3.3 Krankenhausverweildauer

Die mittlere Verweildauer aller Patienten im Kollektiv beträgt 25,2 Tage.

Bei allen durchgeführten Thrombemboliekтомien liegt die mittlere Krankenhausverweildauer bei 25,9 Tagen, maximal 352, minimal zwei Tagen. Patienten mit einer operativen Thrombemboliekтомie der A. iliaca verweilen durchschnittlich 28,9 Tage im Prosper-Hospital, das Maximum betrug 352 Tage, das Minimum drei Tage. Nach einer Thrombemboliekтомie im Bereich der A. femoralis verbleiben die Patienten im Durchschnitt 23,3 Tage stationär, maximal 352 Tage, minimal zwei Tage. In der Folge einer Operation im Bereich der A. profunda femoris liegt die mittlere Verweildauer bei 22,2 Tagen, maximal 162, minimal drei Tage. Die Dauer des stationären Aufenthaltes von Patienten nach einer operativen Thrombemboliekтомie im Bereich der A. poplitea beträgt im Mittel 34,1 Tage, maximal 352 Tage, minimal sechs.

Patienten, welche eine Lysetherapie erhielten, verbleiben im Durchschnitt 20,3 Tage im Krankenhaus, maximal 87, minimal drei. Das Maximum und Minimum zeigen sich im Bereich des Oberschenkels und Unterschenkels identisch. Nach einer Lysetherapie im Bereich des Unterschenkels beträgt die Dauer des stationären Aufenthaltes im Mittel 23,6 Tage, im Bereich des Oberschenkels 15,8 Tage.

Abbildung 11 stellt die Krankenhausverweildauer insgesamt und unterteilt in Thrombektomien und Lysetherapie der verschiedenen Lokalisationen als Boxplot dar. Zur übersichtlicheren Darstellung wurden Ausreißer aus der Grafik exkludiert.

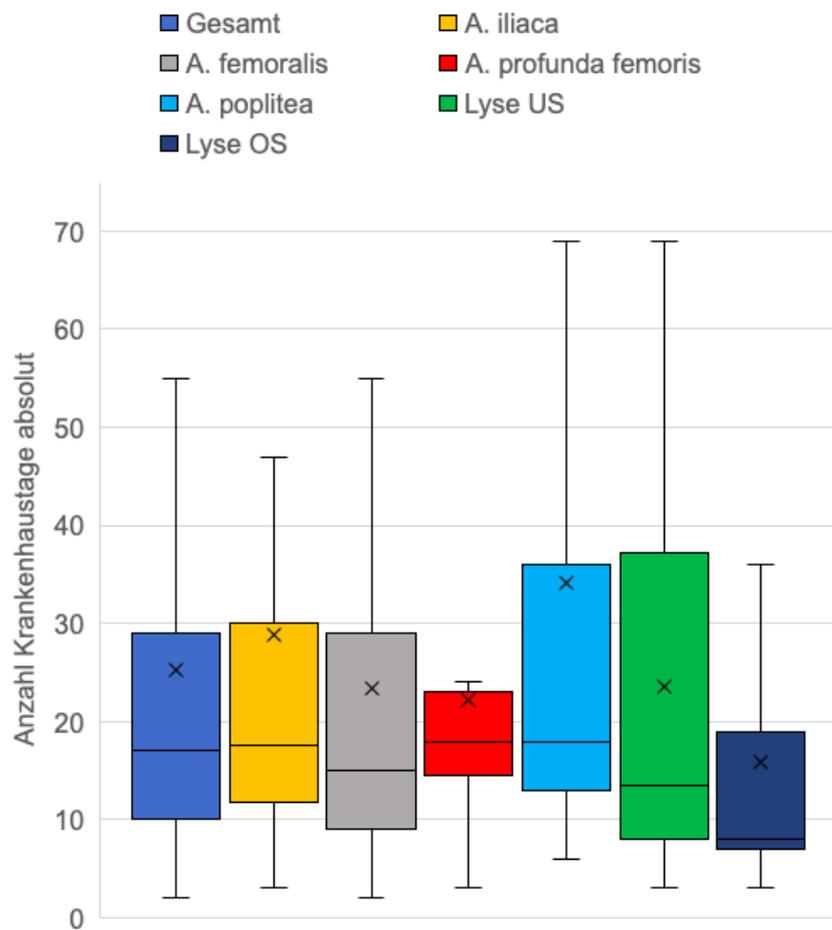


Abb. 11: Krankenhausverweildauer als Boxplot (exklusive Ausreißer) gesamt und unterteilt nach Lokalisation und Eingriff

Während im Unterschenkelbereich die Aufenthaltsdauer im Krankenhaus von Thrombembolktomien und Lyse nahezu identisch ist, zeigt sich ein signifikanter

Unterscheid der Krankenhausverweildauer zugunsten der Lysetherapie im Bereich des Oberschenkels.

3.3.4 Amputationen während des stationären Primäraufenthaltes

Insgesamt kommt es in 43 von 366 Fällen (11,7 %) zur Amputation während des stationären Primäraufenthaltes der Patienten.

In 12,1 % der Fälle muss nach vorheriger operativer Thrombembolktomie amputiert werden, was absolut gesehen 39 von 321 Patienten entspricht. Im Bereich der A. iliaca erfolgt in sieben von 62 Fällen (11,3 %) eine Amputation, bei der A. femoralis in 25 von 191 Fällen (13,1 %). Zwei von 21 (9,5 %) Patienten, die zuvor eine Thrombembolktomie im Bereich der A. profunda femoris erhalten hatten, muss im Verlauf des primären Krankenhausaufenthaltes eine (Teil-)Gliedmaße amputiert werden. Nach durchgeführter Thrombembolktomie der A. poplitea ist bei fünf von 47 (10,6 %) Patienten eine Amputation notwendig.

Bei der intraarteriellen Lysetherapie kommt es während des stationären Primäraufenthaltes in vier von 45 Fällen zur Amputation, was 8,9 % entspricht. Im Bereich des Unterschenkels ist dies in drei von 26 Fällen (11,5 %), im Oberschenkelbereich in einem von 19 Fällen (5,3 %) der Fall.

3.3.5 Mortalität während des stationären Primäraufenthaltes

Im untersuchten Patientenkollektiv liegt die Mortalität während des stationären Primäraufenthaltes bei 40 von insgesamt 366 Patienten (10,9 %).

Alle Verstorbenen finden sich in der Gruppe der operativen Thrombembolktomien. Während des stationären Primäraufenthaltes versterben 12,9 % (acht von 62) nach einer Thrombembolktomie im Bereich der A. iliaca, 12,6 % (24 von 191) im Bereich der A. femoralis, 19,0 % (4 von 21) im Bereich der A. profunda femoris sowie 8,5 % (4 von 47) im Bereich der A. poplitea.

3.4 Mittelfristiger postinterventioneller Verlauf

Die mittelfristigen Ergebnisse beschreiben den Zeitraum vom stationären Primäraufenthalt bis zum Zeitpunkt der Datenerhebung im Juni 2020, im Folgenden als heute bezeichnet, für den Fall einer erneuten Behandlung im Prosper-Hospital Recklinghausen. Dies bezeichnet einen minimalen poststationären Zeitraum von sechs Monaten bei stationärem Aufenthalt bis Dezember 2019 und maximal 12,5 Jahre bei Aufenthalt im Januar 2008. Auswärtige Ereignisse, welche nicht anamnestisch wiedergegeben wurden, konnten nicht erfasst werden.

3.4.1 Folgeoperationen

Unter Folgeoperationen werden erneute operative Eingriffe an der A. iliaca sowie den Arterien des Ober- und Unterschenkels verstanden, welche nach dem stationären Primäraufenthalt bis heute (Stand Juni 2020) stattgefunden haben. Dies ist bei 179 von 366 Patienten der Fall (48,9 %). Abbildung 12 gibt die relativen Zahlen unterteilt in Intervention und Lokalisation wieder.

Insgesamt 163 der 321 Patienten (50,8 %) mit primärer Thrombembolektomie mussten bis heute (Stand Juni 2020) erneut an arteriellen Gefäßen der unteren Extremität operiert werden. Im Bereich der A. iliaca betrifft dies 36 von 62 Patienten (58,1 %), im Bereich der A. femoralis 90 von 191 Patienten (47,1 %) und im Bereich der A. profunda femoris acht von 21 Patienten (38,1 %). Patienten, welche primär eine Thrombembolektomie der A. poplitea erhielten, benötigen in 29 von 47 Fällen (61,7 %) im Verlauf eine erneute operative Therapie.

Nach intraarterieller lokaler Lysetherapie kommt es bei 16 von 45 Patienten (35,6 %) zu Folgeoperationen bis zum Zeitpunkt der Datenerhebung im Juni 2020. Dies gliedert sich in zwölf von 26 Patienten (46,2 %) im Unter- und vier von 19 Patienten (21,1 %) im Oberschenkelbereich.

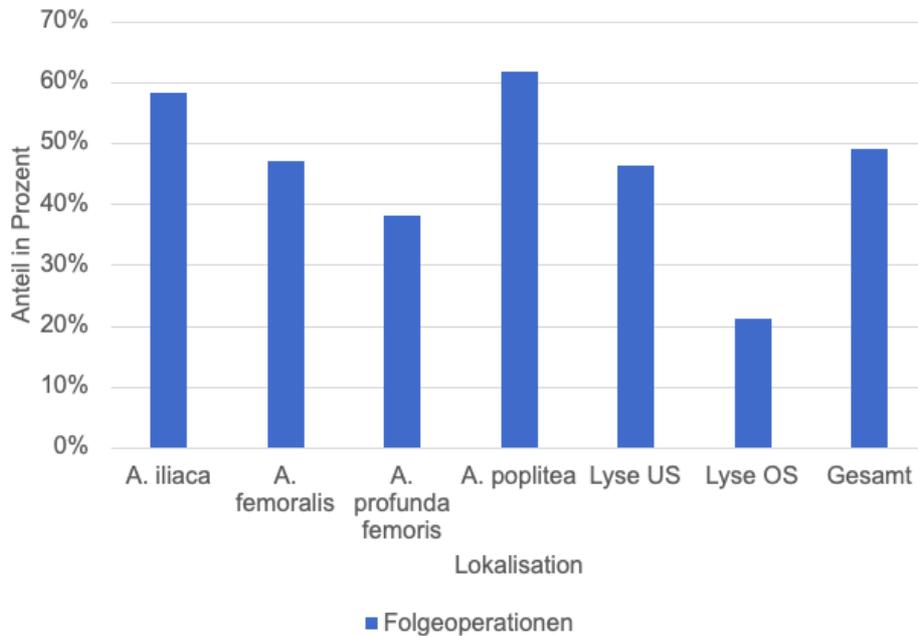


Abb. 12: Folgeoperationen unterteilt in Thrombembolektomien und intraarterielle lokale Lysetherapie aller Lokalisationen in relativen Zahlen

3.4.2 Amputationen bis heute

Nachdem es während des stationären Primäraufenthaltes bei insgesamt 43 Patienten (11,7 %) zu einer Amputation gekommen war, liegt der Anteil der amputierten Patienten Stand Juni 2020 bei 66 von 366 (18,0 %). Dies beschreibt einen Zuwachs der Amputationen poststationär um 53,5 %.

Nach allen Thrombembolektomien musste bis heute in 60 Fällen amputiert werden, was im Vergleich zu 39 Amputationen während des stationären Primäraufenthaltes einem Plus von 21 Fällen (+ 53,8 %) entspricht. Im Bereich der A. iliaca kommen im Jahr 2020 elf Amputationen auf 62 Fälle, vier mehr als während des Primäraufenthaltes (+ 57,1 %). Bei der A. femoralis steigt die Amputationsrate von 25 auf 32 bei 191 Patienten (+ 28 %), bei der A. profunda femoris von zwei auf vier Fälle bei 21 Patienten (+ 100 %) und bei der A. poplitea von fünf auf 13 Fälle bei 47 Patienten (+ 160 %).

In Folge einer intraarteriellen Lysetherapie kam es bis heute (Stand Juni 2020) bei insgesamt sechs Patienten zur Amputation. Während des Primäraufenthaltes wurde diese bereits bei 4 Patienten durchgeführt, sodass sich ein Plus von 50 % ergibt.

Im Bereich des Unterschenkels steigt die Amputationsrate bis zum Jahr 2020 von drei auf vier Fälle bei 26 Patienten (+ 33,3 %), im Bereich des Oberschenkels von einem auf zwei Fälle bei 19 Patienten (+ 100 %).

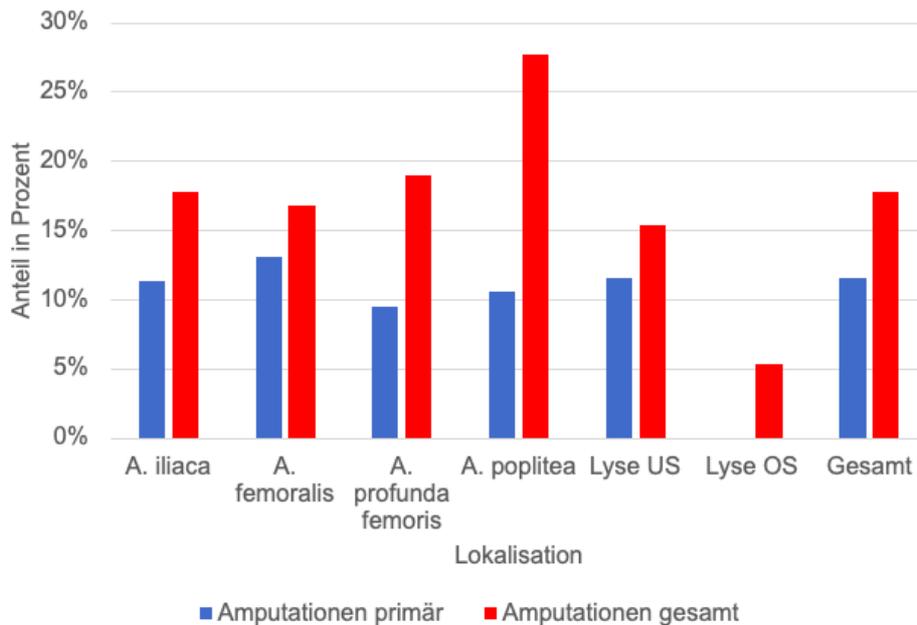


Abb. 13: Amputationsrate in Prozent während des Primäraufenthaltes und bis heute (Stand Juni 2020)

3.4.3 Mortalität bis heute

Während des stationären Primäraufenthalts lag die Mortalität der untersuchten Kohorte bei 10,9 % (40 von 366 Patienten). Bis Juni 2020 waren insgesamt 60 Patienten verstorben, womit die Mortalitätsrate der Kohorte 16,4 % beträgt. Von den 321 Patienten, welche bei ihrem stationären Primäraufenthalt eine Thrombembolektomie erhielten, starben bis heute 58 (18,1 %). Im Vergleich zu der Mortalität während des Primäraufenthaltes (40 Verstorbene) bedeutet dies einen Anstieg um 45 %. Im Bereich der A. iliaca steigt die Sterberate von acht auf elf bei 62 Patienten (+ 37,5 %), bei der A. femoralis von 24 auf 28 bei 191 Patienten (+ 16,7 %), bei der A. profunda femoris von vier

auf fünf bei 21 Patienten (+ 25 %) und bei der A. poplitea von vier auf 14 bei 47 Patienten (+250 %).

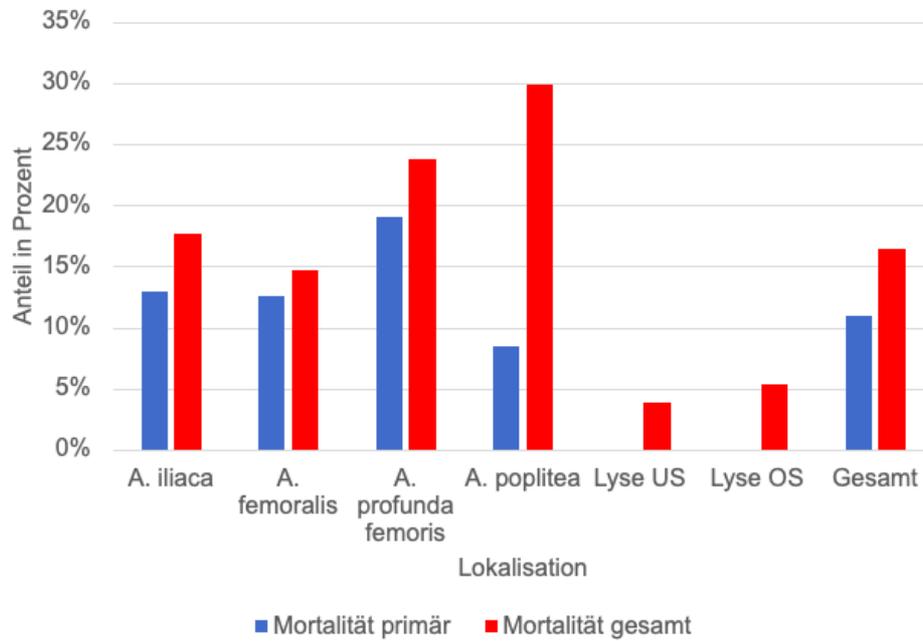


Abb. 14: Mortalitätsrate in Prozent während des Primäraufenthaltes und bis heute (Stand Juni 2020)

Bei den Patienten mit intraarterieller Lysetherapie gab es während des Primäraufenthaltes keine Todesfälle. Stand Juni 2020 liegt die Mortalität bei 4,4 % (zwei von 45 Patienten).

4. Diskussion

4.1 Komplikationen

Die Komplikationsrate bei der operativen Thrombembolektomie liegt bei 35,8 %, bei der Lysetherapie bei 15,6 %.

Die häufigsten Komplikationen bei der operativen Thrombembolektomie waren Nachblutungen, ein erneuter Verschluss des betroffenen Gefäßes, Wundheilungsstörungen im Verlauf sowie die Notwendigkeit eines Bypasses im Verlauf. Es ist eine Korrelation von Komplikation und Folgeoperationen zu vermuten, denn bis heute benötigten fast 50 % der untersuchten Patienten eine Folgeoperation an arteriellen Gefäßen.

Patienten, welche eine Lysetherapie erhielten, zeigten komplikativ Nachblutungen, ein postinterventionelles Hämatom, Wundheilungsstörungen im Verlauf sowie in zwei Fällen ein Reperfusionsoedem mit Kompartmentsyndrom.

Als Hauptgrund für eine erhöhte Komplikationsrate und weiterführend auch für gehäufte Folgeoperationen sind eine Raucheranamnese sowie das Vorliegen einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit anzusehen. Patienten mit malignen Grunderkrankungen und gestörter Hämostase mit resultierenden gehäuften Mikroembolien stellen einen Sonderfall für gehäufte Komplikationen dar.

Auffallend ist in der durchgeführten Studie vor allem die Patientengruppe, welche eine Thrombembolektomie der A. profunda femoris erhielt, denn es kommt in mehr als 50 % zu Komplikationen. In dieser Gruppe zeigt sich hier unter genauerer Betrachtung von Ätiologie und Klinik auch der größte Anteil kompletter Verschlüsse.

4.2 Amputationen

In der Literatur wird das Risiko für eine Majoramputation innerhalb der ersten 30 Tage mit 10-30 % beziffert (Ludwig et al. 2010), im vorliegenden Patientenkollektiv liegt die Amputationsrate bei 11,7 % während des stationären Primäraufenthaltes. Stand Juni

2020 zeigt sich eine Erhöhung der Amputationsrate nach minimal sechs Monaten und maximal 12,5 Jahren auf 18 % insgesamt.

Untersucht werden konnten jedoch nur Patienten, welche sich nach ihrem stationären Primäraufenthalt erneut im Prosper-Hospital oder dem St. Elisabeth Hospital Herten, als Teil des Stiftungsklinikums Proselis gGmbH, vorstellten und eine zwischenzeitliche Amputation entweder in der Klinik selbst durchgeführt oder zumindest anamnestisch erfasst wurde.

Als Majoramputation werden Amputationen mit Absetzung ab Hüftgelenk, Oberschenkel, Knie oder Unterschenkel bezeichnet. Heute werden auch Amputationen des Mittelfußes zu den Majoramputationen gezählt. Die Amputation im Zehenbereich zählt zu den Minoramputationen und wurde in dieser Studie nicht betrachtet.

In der durchgeführten Studie sticht besonders die Amputationsrate nach Thrombembolektomie der A. poplitea, welche sich von Primäraufenthalt bis Juni 2020 fast verdreifachte, hervor. Diese Patientengruppe zeigt auch eine erhöhte Rate für Folgeoperationen sowie eine erhöhte Mortalität.

Risikofaktoren für eine Amputation zeigten sich vor allem bei Rauchern und Patienten mit vorbekannter pAVK, da das Lumen der A. poplitea deutlich kleiner als das der Oberschenkel- und Iliakalgefäße ist und somit per se eine höhere Stenosegefahr besteht.

4.3 Mortalität

Während in der Literatur Mortalitätsraten zwischen 15 und 30 % innerhalb der ersten 30 Tage angegeben werden (Ludwig et al. 2010), liegt die im Kollektiv des Prosper-Hospitals festgestellte Mortalität während des stationären Primäraufenthaltes bei durchschnittlich 10,6 %.

Am Ende des Beobachtungszeitraumes (Stand Juni 2020) beträgt die Mortalität im untersuchten Patientengut 16,4 %. An dieser Stelle muss jedoch angemerkt werden, dass nur klinikinterne Todesfälle mit in die Statistik einbezogen wurden. Da ein Teil der Patienten während des stationären Primäraufenthaltes bereits über 80 Jahre alt war, teils multiple Grunderkrankungen aufwies und seit dem Zeitpunkt des Primäraufenthaltes im

Maximum bereits 12,5 Jahre vergangen sind, ist in dieser Gruppe von einer erhöhten natürlichen Mortalität auszugehen. Auch Patienten, welche nur einmalig im Prosper-Hospital behandelt wurden und danach den Wohn- oder Behandlungsort wechselten, fließen nicht in die Mortalitätsstatistik ein.

Die Mortalitätsrate des Primäraufenthaltes kann nicht immer mit der 30-Tages-Mortalität gleichgesetzt werden, da die durchschnittliche Aufenthaltsdauer in der Klinik etwa 25 Tage beträgt, bei Lysepatienten nur 20 Tage. Das Maximum der primären Krankenhausverweildauer liegt bei 352 Tagen, was ein Zehnfaches des Zeitraumes der 30-Tage-Mortalität bedeuten würde. Gerade Patienten mit einem verlängerten Krankenhausaufenthalt zeigen gehäuft maligne Grunderkrankungen, bei denen der akute arterielle Verschluss nebenbefundlich auftrat. Die maligne Grunderkrankung erhöhte demnach die Mortalität eher als der akute Gefäßverschluss. Dies ist besonders bei Patienten nach Thrombembolktomie der A. iliaca der Fall, nachdem zuvor als Folge des malignen Grundleidens ein Leriche-Syndrom aufgetreten war.

Weitere Gründe für ein Versterben während des stationären Primäraufenthaltes zeigen sich im vorliegenden Kollektiv in erhöhtem Lebensalter und damit oftmals einhergehend einer Ablehnung von Folgebehandlungen, Reanimation oder Aufnahme auf die Intensivstation. Auch kam es in einigen Fällen im stationären Verlauf zur Ausbildung einer Schocksymptomatik, Sepsis mit Multiorganversagen, kardiopulmonalem Ereignis oder auch Pneumonie im Verlauf. Dies zeigte sich gehäuft während einer angeschlossenen geriatrischen Rehabilitationstherapie.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Gefahr für ein Versterben während des stationären Primäraufenthaltes nicht primär an das arterielle Verschlussgeschehen geknüpft ist, sondern viel mehr von Patientenalter und besonders kardiopulmonalen und malignen Grunderkrankungen beeinflusst wird. Auch der Patientenwille bezüglich Intensivtherapie, Folgemaßnahmen und lebensverlängernden Maßnahmen spielt eine Rolle.

4.4 Evaluation der Risikofaktoren im Gesamten

Zusammenfassend konnte herausgestellt werden, dass sich die kategorialen Variablen wie Rauchen und pAVK, Geschlechterverteilung, Ätiologie mit Ausnahme der A. iliaca, und Klinik des akuten Verschlusses in den untersuchten Patientengruppen mit operativer Thrombembolektomie und intraarterieller lokaler Lysetherapie nahezu gleichen. Einzig das durchschnittliche Alter unterscheidet sich, so waren Patienten der intraarteriellen lokalen Thrombolysetherapie im Schnitt vier Jahre jünger als Patienten der operativen Thrombembolektomie.

Obwohl die Lysetherapie an sich im Mittel wesentlich länger dauerte als die durchschnittliche Operationszeit der Thrombembolektomie, verweilten die Patienten durchschnittlich fünf Tage kürzer im Krankenhaus, was für eine schnellere Rekonvaleszenz spricht. Gesondert betrachtet werden sollte die Thrombembolektomie der A. iliaca, da keine korrespondierende Lokalisation der Lysetherapie vorlag.

Bei annähernd identischer kategorialer Variablen zeigten Patienten, welche eine operative Therapie erhielten mehr Komplikationen, Amputationen und eine erhöhte Mortalität als abhängige Zielvariablen. Auch wenn die Patientengruppe der Lysetherapie wesentlich kleiner war als die der operativen Therapie, kann von einem wegweisenden Ergebnis ausgegangen werden.

5. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde die Therapie des akuten arteriellen Verschlusses am Beispiel der operativen Thrombembolektomie im Vergleich zur intraarteriellen lokalen Thrombolysetherapie untersucht. Leithypothese war hierbei, dass die operative Therapie der interventionellen überlegen sei.

Nach Auswertung von 366 Fällen unter Einbezug patientenspezifischer sowie operations- bzw. interventionsbezogener Daten, kann die Hypothese widerlegt werden. Die Gegenhypothese, die interventionelle Therapie sei der operativen Thrombembolektomie überlegen, konnte am vorliegenden Patientengut verifiziert werden. Dies zeigte sich vor allem im Hinblick auf Komplikationen, Amputationen und Mortalität, was eine verbesserte Lebensqualität sowie ein höhere Überlebensrate bedeutet. Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangten auch Burbelko und Wagner 2016, Davis et al. 2018 sowie de Donato et al. 2018.

Für den Therapiealgorithmus bei einem akuten arteriellen Verschlussgeschehen bedeutet dies, dass vor allem im Oberschenkel- und Unterschenkelbereich zunächst eine intraarterielle lokale Lysetherapie angestrebt werden sollte. Kontraindikationen und somit Grenzen für die Durchführung einer Lysetherapie ergeben sich jedoch bei aktiven arteriellen Blutungen, intrakraniellen Blutungen sowie bereits bestehendem Kompartmentsyndrom.

Für die Zukunft der Behandlung des akuten arteriellen Gefäßverschlusses bedeutet das eine Verschiebung der Behandlung weg von der klassischen Gefäßchirurgie hin zu einer interventionellen Behandlung durch die Radiologie. Hierbei werden zukünftig auch weitere interventionelle Behandlungsmöglichkeiten wie die perkutane mechanische Thrombembolektomie sowie die Rotationsthrombektomie an Bedeutung gewinnen (so auch Kronlage et al., 2017). Die Gefäßchirurgie nimmt einen sekundären Stellenwert ein, ist aber vor allem für die frühzeitige Erkennung und Behandlung von Komplikationen bis hin zur Amputation von essentieller Bedeutung. Auch muss in Zukunft ein wesentlicher Fokus auf die Nachsorge der Patienten durch eine gefäßchirurgische Ambulanz, den Hausarzt zur frühzeitigen Erkennung von Risikofaktoren wie einer neu aufgetretenen pAVK und den Patienten selbst zur Prävention mittels eines aktiven Lebensstils und Rauchverzicht gelegt werden.

6. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Anatomische Darstellung der arteriellen Strombahn	10
Abbildung 2:	Schematische Darstellung der operativen Thrombembölektomie mittels Fogarty-Ballonkatheter	21
Abbildung 3:	Anzahl der Thrombembölektomien und Lysetherapien im Prosper-Hospital in den Jahren 2008 bis 2019 aus dem OPS	26
Abbildung 4:	Geschlechterverteilung gesamt bei allen Eingriffen zur Therapie der akuten arteriellen Extremitätenischämie in relativen Zahlen	28
Abbildung 5:	Altersverteilung als Boxplot gesamt und unterteilt nach Lokalisation und Eingriff	30
Abbildung 6:	ASA-Index des vorliegenden Patientenkollektivs in Prozent unterteilt in Thrombembölektomien und intraarterielle lokale Lysetherapie aller Lokalisationen	31
Abbildung 7:	Anamnestisch vorbekannte periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK) in relativen Zahlen	32
Abbildung 8:	Klinik des akuten Verschlusses in relativen Zahlen	33
Abbildung 9:	Ätiologie des akuten Verschlusses in Prozent	34
Abbildung 10:	Komplikationsrate unterteilt in Thrombembölektomien und intraarterielle lokale Lysetherapie aller Lokalisationen in relativen Zahlen	37
Abbildung 11:	Krankenhausverweildauer als Boxplot (mit Ausreißern) gesamt und unterteilt nach Lokalisation und Eingriff	38
Abbildung 12:	Folgeoperationen unterteilt in Thrombembölektomien und intraarterielle lokale Lysetherapie aller Lokalisationen in relativen Zahlen	41
Abbildung 13:	Amputationsrate in Prozent während des Primäraufenthaltes und bis heute (Stand Juni 2020)	42
Abbildung 14:	Mortalitätsrate in Prozent während des Primäraufenthaltes und bis heute (Stand Juni 2020)	43

7. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Klassifikation nach Rutherford	12
------------	--------------------------------	----

8. Literaturverzeichnis

Belkin M, Belkin B, Bucknam CA, Straub JJ, Lowe R. Intra-arterial fibrinolytic therapy. Efficacy of streptokinase vs urokinase, *Arch Surg* 1986, 121: 769-773

Beyersdorf F, Matheis G, Krüger S, Hansemann A, Freigeben HG et al. Avoiding reperfusion injury after limb revascularization: Experimental observations and recommendations for clinical application, *J Vasc Surg* 1989; 9: 757–766

Burbelko M, Wagner HJ. Akute Verschlussprozesse im Extremitätenbereich: Perkutane Thrombektomie und lokale Thrombolyse. in: Debus E, Gross-Fengels W. Operative und interventionelle Gefäßmedizin, Springer Reference Medizin. Springer Berlin Heidelberg 2016, 81-90

Davis FM, Albright J, Gallagher KA, Gurm HS, Koenig GC et al. Early Outcomes following Endovascular, Open Surgical, and Hybrid Revascularization for Lower Extremity Acute Limb Ischemia, *Ann Vasc Surg* 2018; 51: 106-112

De Donato G, Pasqui E, Setacci F, Palasciano G, Nigi L et al. Acute on chronic limb ischemia: from surgical embolectomy and thrombolysis to endovascular options, *Semin Vasc Surg* 2018; 31: 65-75

Dos Santos JC. Leriche memorial lecture. From embolectomy to endarterectomy or the fall of a myth, *J Cardiovasc Surg (Torino)* 1976; 17: 113–128

Dos Santos R. Recent advantages in arteriography, *Lancet*, 1947; 2: 482

Dotter CT, Judkins MP. Transluminal treatment of arteriosclerotic obstruction. Description of a new technic and a preliminary report of its application, *Radiol*, 1964; 172: 904–920

Fluck F, Augustin AM, Bley T, Kickuth R. Current Treatment Options In Acute Limb Ischemia, *Fortschr Röntgenstr* 2020; 192: 319–326

Fogarty TJ, Cranley JJ, Krause RJ, Strasser ES, Hafner CD. A method for extraction of arterial emboli and thrombi, *Surg Gynecol Obstet*, 1963; 116: 241–244

Gilliland C, Shah J, Martin JG, Miller MJ jr. Acute Limb Ischemia, *Tech Vasc Interv Radiol* 2017; 20: 274-280

Grüntzig AR, Meier B. Percutaneous transluminal coronary angioplasty. The first five years and the future, *Int J Cardiol*, 1983; 2: 319-323

Jeger E. Die Geschichte der Blutgefäße und des Herzens, Springer Verlag Berlin, 1913, 171-226

Kronlage M, Printz I, Vogel B, Blessing E, Müller OJ et al. A comparative study on endovascular treatment of (sub)acute critical limb ischemia: mechanical thrombectomy vs thrombolysis, *Drug Des Level Ther* 2017; 11: 1233-1241

Lanz U. Folgezustände des Kompartment-Syndroms an der unteren Extremität. in: Allgöwer M, Berchthold R, Langenbecks Arch Surg, 1982, 237-242

Leriche R. Surgery of the sympathetic system. Indications and results, *Ann Surg*, 1928; 88: 449-469

Leriche R, Kunlin J. Possibilité de greffe veineuse de grande dimension (15 à 47 cm.) dans les thromboses artérielles étendues, Lyon Chir, 1949; 44: 13

Ludwig M, Rieger J, Ruppert V. Gefäßmedizin in Klinik und Praxis, 2. Auflage, Thieme Verlag Stuttgart, 2010

Lutter B. Kompaktwissen Gefäßchirurgie, 2. Auflage, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2011, 240-262

Neuerburg-Heusler D, Hennerici M. Gefäßdiagnostik mit Ultraschall, 2. Auflage, Thieme Verlag Stuttgart, 1995, 129-182

Pötzsch B, Madlener K. Gerinnungskonsil, Thieme Verlag Stuttgart, 2002, 66-75

Pratt GH, Krahl E. Surgical therapy for the occluded artery, Am J Surg 1954; 87: 722-729

Rutherford RB, Baker JD, Ernst C, Johnston KW, Porter JM, Ahn S, Jones DN. Suggested standards for reports dealing with lower extremity ischemia: revised version, J Vasc Surg, 1997; 26: 517-538

Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wecker K. Prometheus Lernatlas der Anatomie, Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem, 3. Auflage, Thieme Verlag Stuttgart, 2011

Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new

technique, Acta Radiol, 1953; 39: 368-376

Statistisches Bundesamt, 2017: Diagnosedaten der Patientinnen und Patienten in
Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen,

<https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft->

[Umwelt/Gesundheit/Vorsorgeeinrichtungen-](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-)

[Rehabilitationseinrichtungen/Publicationen/Downloads-Vorsorge-oder-](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-)

[Reha/diagnosedaten-vorsorge-reha-2120622167004.pdf?__blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-)

(Zugriffsdatum 25.05.2020)

Statistisches Bundesamt, 2019: Fallpauschalenbezogene Krankenhausstatistik (DRG-
Statistik) Operationen und Prozeduren der vollstationären Patientinnen und Patienten in

Krankenhäusern (4-Steller), <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft->

[Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/Publicationen/Downloads-](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-)

[Krankenhaeuser/operationen-prozeduren-5231401187014.pdf?__blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-)

(Zugriffsdatum 25.05.2020)

Staudacher M, Gabl F. Die Bedeutung von Alexis Carrel für die moderne
Gefäßchirurgie, Gefässchirurgie, 1998, 3: 117–122

Vollmar JF, Vollmar-Hesse I. Die Gefäßchirurgie der 50er und 60er Jahre in: Imig H,
Schröder A, Gross-Fengels W. Gefäßchirurgie, Steinkopff Verlag Darmstadt, 1998, 3-8

Van Damme H, Limet R. L'ischémie aiguë des membres: aspects cliniques,
diagnostiques et thérapeutiques, Rev Med Liege 2005; 60: 247-254

Zeumer H, Hacke W, Kohlmann L, Poeck K. Lokale Fibrinolysetherapie bei Basilaris-
Thrombose, Dtsch Med Wochenschr 1982; 107: 728-731

9. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen, die mich bei der Anfertigung meiner Doktorarbeit unterstützt haben, meinen Dank aussprechen.

Besonders danken möchte ich Herrn PD Dr. med. Jakschik für die hervorragende Betreuung bei der Umsetzung der gesamten Arbeit.

Auch möchte ich meinen Kommilitonen der Ruhr-Universität danken, welche mich im Rahmen des Medizinstudiums in Bochum mit anregenden Gesprächen und einem allzeit offenen Ohr begleitet haben.

Zuletzt danke ich meinen Eltern Maria und Herbert Balk, meiner Schwester Nikoletta, meinem Partner Philipp Herzog und meinen Freunden für ihre Zusprüche und Ermutigungen während meines Studiums sowie weiterhin während der Arbeit an dieser Dissertation und meinem Start ins Berufsleben als Ärztin.