

Aus der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin  
der Universität zu Lübeck  
Direktorin: Prof. Dr. med. Carla Nau

---

**Risikoevaluation mittels Kardioimpedanz, Bioimpedanz  
und Trail Making Test bei geriatrischen Patienten vor  
kleinen chirurgischen Eingriffen**

Inauguraldissertation  
zur  
Erlangung der Doktorwürde  
der Universität zu Lübeck  
- Aus der Sektion Medizin -

Vorgelegt  
von  
**Sandra Krüger**  
aus Rostock

Lübeck 2016

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. Klaus F. Wagner

2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Bernhard Schwaab M.D.

Tag der mündlichen Prüfung: 17.01.2017

Zum Druck genehmigt. Lübeck, den 17.01.2017

- Promotionskommission der Sektion Medizin -

*Zu Ehren meiner Großmutter*  
*02.10.1927 – 10.08.2016*

# Inhaltsverzeichnis

<i>Abkürzungsverzeichnis</i> .....	VII
<i>Abbildungsverzeichnis</i> .....	IX
<i>Tabellenverzeichnis</i> .....	X
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Demografischer Wandel .....	1
1.2 Der geriatrische Patient .....	2
1.3 Die „kleine Chirurgie“ .....	4
1.3.1 Hämorrhoidektomie .....	5
1.3.2 Herniotomie.....	6
1.3.3 Appendektomie .....	6
1.3.4 Cholezystektomie .....	7
1.3.5 Strumaresektion .....	7
1.4 Aktueller Stand der Wissenschaft .....	8
1.4.1 Kardioimpedanzanalyse .....	10
1.4.2 Bioelektrische Impedanzanalyse .....	11
1.4.3 Kognitiver Status .....	11
1.5 Zielsetzung dieser Dissertation .....	12
<b>2. Material und Methoden</b> .....	<b>13</b>
2.1 Studienaufbau und -ablauf.....	13
2.2 Basis- und intraoperative Dokumentation .....	14
2.3 Kardioimpedanzanalyse.....	15
2.3.1 Grundlagen: Kardialer Index und Pulswellengeschwindigkeit .....	15
2.3.2 Impedanzkardiografie.....	16
2.3.3 Durchführung der Impedanzmessung .....	17
2.3.4 Messung der Pulswellengeschwindigkeit .....	19
2.4 Bioelektrische Impedanzanalyse .....	20
2.4.1 Biophysikalische Grundlagen .....	20

2.4.2 Durchführung der BIA-Messung.....	22
2.4.3 Interpretation der einzelnen Parameter.....	23
2.5 Trail Making Test .....	24
2.6 Labordatenerhebung.....	25
2.7 Postoperative Komplikationen innerhalb von 30 Tagen.....	25
2.8 Statistische Auswertungen.....	26
<b>3. Ergebnisse .....</b>	<b>28</b>
3.1 Eingeschlossene Patienten.....	28
3.1.1 Altersverteilung, Häufigkeit der Vorerkrankungen und Operationen ....	28
3.1.2 Inzidenz postoperativer Komplikationen.....	29
3.2 Basis- und intraoperative Dokumentation .....	30
3.3 Kardioimpedanzanalyse.....	32
3.3.1 Herzfrequenz und mittlerer arterieller Blutdruck .....	32
3.3.2 Kardialer Index und Pulswellengeschwindigkeit.....	33
3.4 Bioelektrische Impedanzanalyse .....	34
3.4.1 Gesamtkörperwasser und intra- und extrazelluläres Wasser .....	34
3.4.2 Mager- und Fettanteil .....	35
3.4.3 Phasenwinkel .....	37
3.5 Trail Making Test .....	37
3.6 Laborparameter .....	38
3.6.1 Blutbild .....	38
3.6.2 Hämostaseologie.....	39
3.6.3 Elektrolyte .....	40
3.6.4 Stoffwechsel.....	41
3.6.5 Proteine.....	42
3.7 Binär-logistische Regressionsanalyse .....	43

---

<b>4. Diskussion</b> .....	47
4.1 Einführung/Bedeutung .....	47
4.2 Basisdokumentation .....	47
4.3 Kardioimpedanzanalyse.....	49
4.4 Bioelektrische Impedanzanalyse .....	51
4.5 Trail Making Test .....	54
4.6 Laborparameter .....	56
4.6.1 Fibrinogen und CRP .....	56
4.6.2 Kreatinin und Harnstoff.....	57
4.6.3 Gesamteiweiß und Albumin .....	57
4.7 Grenzen und Probleme.....	58
4.7.1 Datenerhebung und deren Vergleichbarkeit.....	58
4.7.2 Grenzen der präoperativen Risikostratifizierung .....	59
4.8 Ausblick .....	59
<b>5. Zusammenfassung</b> .....	63
<b>6. Literaturverzeichnis</b> .....	65
<b>7. Anhang</b> .....	77
7.1 Abbildungen.....	77
7.2 Tabellen .....	81
<b>8. Danksagung</b> .....	86
<b>9. Lebenslauf</b> .....	87

## Abkürzungsverzeichnis

BCM	Body Cell Mass (Körperzellmasse)
BIA	Bioelektrische Impedanzanalyse
CI	Kardialer Index
CRP	C-reaktives Protein
ECW	Extrazelluläres Wasser
ECM	Extrazelluläre Masse
EKG	Elektrokardiografie
g	Gramm
Glc	Glucose
HF	Herzfrequenz
HST	Harnstoff
HZV	Herzzeitvolumen
I	Stromstärke
ICW	Intrazelluläres Wasser
IKG	Impedanzkardiografie
IMP	Impedanzfunktion
KG	Körpergewicht
kg	Kilogramm
KI	Konfidenzintervall
L	Liter
LVET	Linksventrikuläre Austreibungszeit
m	männlich
MAD	Mittlerer arterieller Blutdruck

min	Minuten
MNA	Mini Nutritional Assessment
N	Anzahl
OR	Odds Ratio
$p$	Signifikanzwert
PA	Phasenwinkel
Pat.	Patienten
PWLZ	Pulswellenlaufzeit
PWV	Pulse wave velocity = Pulswellengeschwindigkeit
R	Resistance
RR	Relatives Risiko
SD	Standardabweichung
sec	Sekunden
SGA	Subjective Global Assessment
SV	Schlagvolumen
TBW	Total body water = Gesamtkörperwasser
U	Spannung
VEPT	Volumen des elektrisch partizipierenden Gewebes
w	weiblich
$\bar{x}$	Arithmetisches Mittel
Xc	Reactance
Z	Impedanz

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anordnung der Strom- und Messelektroden [62] .....	17
Abbildung 2: EKG-, IMP- und IKG-Kurven [62].....	18
Abbildung 3: Ermittlung der Pulswellengeschwindigkeit [62].....	19
Abbildung 4: Entstehung des Phasenwinkels aus Reactance u. Resistance [27]	21
Abbildung 5: Position der Elektroden bei der BIA-Messung [27] .....	22
Abbildung 6: Körperzusammensetzung, Kompartimentaufteilung .....	24
Abbildung 7: Geschlechterverteilung der operativen Eingriffe .....	29
Abbildung 8: Herzfrequenz.....	32
Abbildung 9: Mittlerer arterieller Blutdruck.....	32
Abbildung 10: Kardialer Index .....	33
Abbildung 11: Pulswellengeschwindigkeit .....	33
Abbildung 12: Gesamtkörperwasseranteil .....	34
Abbildung 13: Intrazellulärer Wasseranteil .....	35
Abbildung 14: Extrazellulärer Wasseranteil .....	35
Abbildung 15: Mageranteil.....	36
Abbildung 16: Fettanteil.....	36
Abbildung 17: Phasenwinkel .....	37
Abbildung 18: Trail Making Test .....	38
Abbildung 19: Deutsche Bevölkerung nach Altersgruppen und Geschlecht [77]..	77
Abbildung 20: Stellungnahme der Ethikkommission vom 01.07.2010.....	78
Abbildung 21: Hoher Phasenwinkel bei intakter Zelle [27] .....	79
Abbildung 22: Kleiner Phasenwinkel bei geschädigter Zelle [27] .....	79
Abbildung 23: Leitungswege verschiedener Frequenzen [27].....	79
Abbildung 24: Trail Making Test (Beispiel) .....	80

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Minimale Komponenten der Anästhesie-spezifischen präoperativen geriatrischen Begutachtung [41].....	9
Tabelle 2: Altersklassen der untersuchten Patienten .....	28
Tabelle 3: Häufigkeiten der Vorerkrankungen .....	28
Tabelle 4: Komplikationen 30 Tage postoperativ.....	30
Tabelle 5: Basisparameter.....	31
Tabelle 6: Periphere Sauerstoffsättigung und Temperatur .....	31
Tabelle 7: Hämostaseologieparameter.....	39
Tabelle 8: Elektrolytkonzentrationen .....	40
Tabelle 9: Proteinkonzentrationen.....	42
Tabelle 10: Quotenverhältnisse Vorerkrankungen .....	44
Tabelle 11: Laborspezifische Referenzwerte.....	81
Tabelle 12: Blutbildparameter.....	82
Tabelle 13: Stoffwechselfparameter .....	83
Tabelle 14: Univariate binär-logistische Regression.....	84
Tabelle 15: Univariate binär-logistische Regression Laborparameter .....	85

# 1. Einleitung

## 1.1 Demografischer Wandel

„Die Pyramidenform der Bevölkerungspyramide bekommt allmählich die Form einer Urne.“ – so beschreibt Helmut Glaßl, 1950 geb. Thüringer Aphoristiker, den insbesondere Deutschland prägenden demografischen Wandel [89]. Gemeint ist der prognostizierte zunehmende Anteil der älteren Bevölkerung im Verlauf der kommenden 100 Jahre. Aktuelle Zahlen hat dazu 2015 das *United Nations Department of Economic and Social Affairs* in ihrer Veröffentlichung “World Population Prospects: The 2015 Revision” bekannt gegeben [76]. Kernaussagen dieser Veröffentlichung waren folgende:

- Die durchschnittliche Lebenserwartung steigt stetig. In den Jahren 2010-2015 lag sie noch bei 70 Jahren, 2095-2100 wird sie 83 Jahre betragen.
- Global betrachtet wächst die Population der  $\geq 60$ -Jährigen am schnellsten.
- Im Jahre 2015 sind 12,3 Prozent der Weltbevölkerung  $\geq 60$  Jahre alt. Diese Population wächst jährlich um 3,26 Prozent. Europa hat hierbei schon jetzt den größten Anteil an über 60-Jährigen mit 24 Prozent der Bevölkerung.
- In Deutschland betrug der Anteil an  $\geq 60$ -Jährigen 2015 schon 27,6 Prozent, bis 2050 wird ein Anstieg auf 39,3 Prozent erwartet. (siehe Abbildung 19 im Anhang)

Neben Diskussionen und Mutmaßungen über die Auswirkungen des demografischen Wandels auf z. B. die Bereiche Altersvorsorge [16], Wirtschaft [88], staatliche Infrastruktur [87] und Arbeitswelt [81] wird auch den zukünftigen Bedingungen im Gesundheitswesen [17] große Bedeutung zugeschrieben.

Etzioni et al. haben sich mit dem durch diesen Wandel des Patientenspektrums entstehenden größeren Arbeitsspektrum der Chirurgie auseinandergesetzt und dabei differenziert, in welchen Bereichen sich der demografische Wandel besonders in der Anzahl und Häufigkeit der Operationen widerspiegelt. Hier waren 1996 die über 65-Jährigen - neben 88 Prozent aller ophthalmologischen und 70,3

Prozent aller herzchirurgischen Eingriffe - mit 59,6 Prozent auch auffallend häufig in der Allgemeinchirurgie vertreten. Bei stetiger Verlängerung der Lebenserwartung und weiter fortschreitender Entwicklung minimal-invasiver Operationsverfahren muss daher mit einem anhaltenden Anstieg an Operationen in diesen Bereichen in naher Zukunft gerechnet werden [34].

Auch andere Autoren machen die Auswirkungen des globalen Alterns der Bevölkerung auf die Chirurgie deutlich. So beschreiben Aubrun et al., dass ältere Menschen vier Mal häufiger operiert werden als andere [1]. Der Großteil der chirurgischen Patienten sei  $\geq 65$  Jahre, eine beträchtliche Zahl sogar  $\geq 85$  Jahre. Eine genaue, ganzheitliche Betrachtung des älteren chirurgischen Patienten scheint daher sinnvoll.

## **1.2 Der geriatrische Patient**

Um die Behandlung der zukünftig noch weitaus größeren Zahlen älterer Patienten gewährleisten zu können, ist das genaue Verständnis der veränderten physiologischen, psychologischen und funktional-sozialen Anforderungen in dieser Altersgruppe notwendig [31]. Es besteht allgemeine Einigkeit darüber, dass keine Altersgrenze für Operationen festgemacht werden sollte [56; 92]. Viele Autoren argumentieren, dass die verschiedenen Vorerkrankungen und multiplen Medikamente die Merkmale des Alterns sind und damit die postoperative Prognose des älteren Patienten bedingen [31; 56; 59; 92]. So gesehen würde die Anzahl der Vorerkrankungen allein über die Operationsfähigkeit entscheiden.

Die französischen Autoren Aubrun et al. stellen jedoch heraus, dass der ältere Körper auch ohne Komorbiditäten anders, viel sensitiver auf Interventionen wie beispielsweise Medikamenteneinnahme reagiert [1]. Die Pharmakodynamik zum einen wird durch altersbedingte Veränderung der Rezeptorzahl oder der Affinität so beeinflusst, dass der geriatrische Patient z.B. wesentlich sensibler auf Benzodiazepine, Opioide und Neuroleptika reagiert [1]. Zum anderen wird die Pharmakokinetik vor allem durch die veränderte Körperzusammensetzung beeinflusst. Der Verlust an Magermasse und Anstieg des Fettanteils erhöht das

Verteilungsvolumen von fettlöslichen Medikamenten, wie Midazolam, Diazepam oder Fentanyl [1]. Bei perioperativer Anwendung dieser Medikamente kommt es daher oft zu einem postoperativen Überhang durch Akkumulation und anschließend langsamer Rückverteilung aus dem Fettgewebe [86]. Dies kann zu postoperativ anhaltender Bewusstseinstörung, vermindertem Atemantrieb und gegebenenfalls Reintubation führen. Dieser Narkoseüberhang wird durch eine verminderte Aktivität der Enzyme der Phase-I-Reaktionen in der Leber zum Medikamentenabbau noch verstärkt [1].

Die zuvor erwähnte veränderte Körperzusammensetzung des älteren Patienten wird auch von anderen Autoren als ein bestimmender Risikofaktor für Operationen und Mortalität im Alter benannt [67; 105]. Das Gewicht scheint dabei oft normal, wenn der Body Mass Index allein betrachtet wird. Jedoch leiden die geriatrischen Patienten häufig an einem chronischen Muskelschwund und Verringerung der fettfreien Masse [67]. Ursächlich hierfür wird eine allgemeine Appetitminderung und dadurch bedingte Fehlernährung gesehen [67; 105].

Auch im kardialen und respiratorischen System ergeben sich erhebliche Veränderungen mit zunehmendem Alter. Ab dem 30. Lebensjahr sinkt der Auswurf des Herzens jährlich um 1 Prozent [1]. Die funktionelle Reserve des alten Herzens ist aber vorlastabhängig, sodass kleinste medikamentöse oder interventionelle Änderungen des Blutvolumens zu kardiovaskulärer Instabilität führen können. Zusätzlich führt die verminderte Pumpfunktion zu einer geringeren Leberdurchblutung, was die Entgiftungsfunktion der Leber weiter verschlechtert und die Retention von toxischen Metaboliten und Medikamentenüberhang bedingt.

Im Bereich des respiratorischen Systems zeichnet sich der geriatrische Atemapparat durch eine geringere alveoläre Elastizität und eine erhöhte Rigidität der Thoraxwand aus, wodurch sich das Risiko zur Atelektasenbildung erhöht [92]. Eine daraus resultierende chronische Hypoventilation, die unter opioidhaltiger Schmerztherapie zusätzlich verstärkt wird [1], führt zu Hypoxämie und Sekretverhalt in der Lunge [92]. Letzterer erhöht insbesondere die

Wahrscheinlichkeit zur Ausbildung von Pneumonien und damit komplikativen Verläufen.

Alle diese spezifischen Veränderungen führen zu einem Mangel an physiologischen Reserven, wodurch die Abschätzung perioperativer Komplikationen bei älteren Patienten nur schwer möglich erscheint und dem Arzt eine erhöhte Aufmerksamkeit für diese besonderen Gegebenheiten abverlangt wird [99].

### **1.3 Die „kleine Chirurgie“**

Die Frage nach einer konkreten Definition der sogenannten „Minor Surgery“ (dt. „kleine Chirurgie“) zur Abgrenzung von der „Major Surgery“ (dt. „große Chirurgie“) beschäftigt die Chirurgen nun schon seit einem Jahrhundert. 1917 bat der Arzt Dr. Robert Earl die Redaktion der Annals of Surgery um eine Stellungnahme zur Definition der Minor Surgery [33]. Lewis S. Pilcher antwortete darauf wörtlich übersetzt folgendes: „[...], ich würde sagen, dass die große Chirurgie all die Arbeit beinhaltet, die eine Allgemeinanästhesie erfordert; alle Operationen, die mit dem Öffnen großer Körperhöhlen verbunden sind; alle Operationen, im Zuge derer die Gefahr massiver Blutungen möglich ist; alle Bedingungen, bei denen das Leben des Patienten beteiligt ist; [...]“ [33]. Die übrigen Eingriffe wären dann der Minor Surgery zuzuschreiben, so Pilcher.

Bis heute variiert diese Definition. Oft gilt als Kriterium, dass keine Allgemeinanästhesie und keine maschinelle Beatmung nötig sind für derartige Prozeduren [96]. Andere unterstützen die Variante, dass bei Operationen der kleinen Chirurgie keine großen Körperhöhlen eröffnet werden und der Eingriff keine dauerhafte Beeinträchtigung für den Patienten bedeutet, weshalb an dieser Stelle auch die laparoskopischen Eingriffe der Minor Surgery zugeordnet werden [66]. Letzteres impliziert aber den Gebrauch einer Allgemeinanästhesie inklusive Beatmung, sodass dieses Kriterium also nicht eindeutig als Ausschluss für die Minor Surgery angesehen werden kann [63].

Der enorme Fortschritt in minimal-invasiven Operationstechniken erlaubt zunehmend mehr älteren und multimorbiden Patienten Operationen, die vorher als zu risikobehaftet galten und daher aufgrund erhöhter postoperativer Morbidität und Mortalität abgelehnt wurden [34; 59].

In Zusammenschau der unterschiedlichen Kriterien für die Minor Surgery wurden daher in der vorliegenden Studie zur Untersuchung des perioperativen Risikos von älteren Patienten allgemeinchirurgische Eingriffe ausgewählt, die an nicht lebenswichtigen Organen stattfinden, zumeist minimal-invasiv operiert werden können, und eine durchschnittliche Operationszeit von zwei Stunden nicht überschreiten. Diese sollen im Folgenden kurz vorgestellt werden.

### 1.3.1 Hämorrhoidektomie

Das Hämorrhoidalleiden zählt unter Schätzungen von Fachleuten zu der häufigsten Erkrankung des Enddarms [46]. Es finden sich Aussagen, dass bis zu 80 Prozent der deutschen Bevölkerung in ihrem Leben einmal an symptomatischen Hämorrhoiden leiden [58]. Luyken behauptet auch, dass in Deutschland jährlich etwa 3,5 Millionen Fälle von Hämorrhoidalleiden behandelt und davon etwa 50.000 operiert werden [58]. Der Häufigkeitsgipfel für die Erkrankung finde sich dabei zwischen 45 und 65 Jahren. In einer österreichischen Studie an insgesamt 976 Patienten konnte für die Studienteilnehmer ab dem Alter von 60 Jahren eine Prävalenz von 40,8 Prozent für das Hämorrhoidalleiden ermittelt werden [82]. Für alle diese Zahlen gibt es allerdings keine validierten, epidemiologischen Studien [30].

Zur Behandlung des Hämorrhoidalleidens stehen konservative, semioperative und operative Verfahren zur Auswahl. Die operative Therapie wird dabei erst nach erfolgloser konservativer Behandlung und bei Beschwerdepersistenz empfohlen. Zur Verfügung stehen drei segmentäre (nach Milligan-Morgan, Parks oder Ferguson) und drei zirkuläre (nach Fansler-Anderson, Whitehead oder Longo) Operationsverfahren, die je nach Klassifizierungsgrad der Hämorrhoiden und Präferenz und Qualifikation des Operateurs ausgewählt werden [30]. Häufigste

Komplikationen nach derartigen Hämorroidektomien sind Nachblutungen, Stenosen und Rezidive.

Eine Operation in Lokalanästhesie ist bei einigen Verfahren möglich, häufig werden aber aufgrund der starken postoperativen Schmerzen oder des Patientenwunsches eine Spinalanästhesie und/oder eine Allgemeinanästhesie mit kurzer Vollnarkose durchgeführt [14].

### 1.3.2 Herniotomie

Hernien zählen als die weltweit häufigsten operationspflichtigen Diagnosen. Schätzungen zufolge werden weltweit jährlich etwa 20 Millionen Hernien operiert. In Deutschland wurden 2008 insgesamt 275.000 Leistenhernien und 100.000 Bauchwandhernien operiert [48]. 90 Prozent aller Hernien liegen in der Leiste, dabei ist die indirekte Leistenhernie (70 Prozent aller Hernien) die am häufigsten vorkommende. Die direkten und Schenkelhernien haben jeweils eine Häufigkeit von 10 Prozent. Einer von drei Häufigkeitsgipfeln der Hernien stellen die Patienten im Alter von 50 bis 70 Jahren dar, wo eine zunehmende Bindegewebsschwäche als ursächlich angesehen wird [71].

Innerhalb der Hernienchirurgie besteht noch lange kein Konsens über ein Standardverfahren. Es kann offen (nach Bassini, Shouldice oder Lichtenstein) oder minimal-invasiv (TAPP, TEPP, IPOM<sup>1</sup>) operiert werden. Zumindest für die Leistenhernien wurden 2009 das erste Mal Leitlinien von der Europäischen Herniengesellschaft herausgegeben [93].

### 1.3.3 Appendektomie

Die häufigste Indikation für eine Appendektomie ist eine akute Appendizitis oder der hochgradige Verdacht auf eine Appendizitis. Unter den akuten intraabdominellen Erkrankungen ist die Appendizitis die häufigste, die einer Operation bedarf [64]. Dabei entsprechen die Inzidenzen der akuten Appendizitis nicht der Häufigkeit der Appendektomien, da oft auch Begleitappendektomien in

---

<sup>1</sup> TAPP: Transabdominale Peritoneumplastik  
TEPP: Transkutane endoskopische Promesh-Plastik  
IPOM: Intraperitoneales Onlay-Mesh

Operationen anliegender Bereiche durchgeführt werden. Die Häufigkeit aller Appendektomien liegt dabei etwa doppelt so hoch [69]. Der Altersgipfel der akuten Appendizitis findet sich zwischen der 2. und 3. Lebensdekade, mit sinkender Inzidenz im Alter. In den letzten Jahren wird allerdings eine zunehmende Anzahl von Altersappendizitiden deutlich, was auf die erhöhte Lebenserwartung zurückgeführt werden kann [12]. Da die Perforationsrate bei älteren Patienten mit 30-50 Prozent signifikant höher ist als bei jüngeren und ungefähr 80 Prozent der fulminanten Appendizitiden in der Altersgruppe ab 60 Jahre auftreten, werden die Patienten hier schon bei kleinerem Verdacht auf eine akute Entzündung des Blinddarms einer offenen bzw. laparoskopischen Operation zugeführt [49; 97]. Die Entscheidung über das geeignetere Verfahren steht dabei weiterhin zur Diskussion [11].

#### 1.3.4 Cholezystektomie

Die Cholezystektomie gilt als eine der häufigsten Operationen im Bereich der Viszeralchirurgie im höheren Alter. 2008 wurden in Deutschland insgesamt 170.751 Gallenblasenentfernungen durchgeführt. Der größte Anteil davon ist mit 47,4 Prozent den Patienten ab 60 Jahren zuzuschreiben [40]. Auch dieser Eingriff wird heute in mehr als 90 Prozent der Fälle nach Leitlinien-Standard laparoskopisch durchgeführt, wodurch sich eine Verminderung perioperativer Komplikationen erhofft wird. Absolute Indikationen für eine Cholezystektomie sind zum einen die Perforation der Gallenblase und zum anderen das akute Abdomen bei Cholezystitis. Ein operatives Vorgehen wird aber mittlerweile auch bei symptomatischer Cholezystolithiasis empfohlen [55].

#### 1.3.5 Strumaresektion

Die Struma zählt in Deutschland zu den häufigsten Erkrankungen des endokrinen Systems. Ihre Prävalenz wird auf etwa ein Drittel der Bevölkerung geschätzt, im Alter steigend [44; 101]. Dementsprechend häufig werden in Deutschland auch Schilddrüsenoperationen durchgeführt. Mit etwa 125.000 Eingriffen jährlich zählt

die Strumaresektion zu einer der häufigsten allgemeinchirurgischen Operationen [2].

Indikationen für eine Schilddrüsenoperation sind laut der aktuellen S2k-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Allgemein- und Viszeralchirurgie neben der Knotenstruma (bei Malignitätsverdacht, lokalen Beschwerden oder Hyperthyreose) auch Solitärknoten (mit oder ohne Malignitätsverdacht), Morbus Basedow, jodinduzierte Hyperthyreose, Hashimoto-Thyreoiditis (bei Malignitätsverdacht oder lokalen Beschwerden) und das Rezidivstruma [29]. Häufigste Komplikation von Schilddrüseneingriffen ist die transiente oder permanente Stimmbandlähmung durch Verletzung der Nervus laryngeus recurrens [37]. Auch minimal-invasive Techniken inklusive Video-Assistenz (MIT, MIVAT, ABBA, EndoCATS<sup>2</sup>) in der Schilddrüsenchirurgie werden mittlerweile weltweit und auch in einigen deutschen Kliniken angeboten [54; 91].

#### **1.4 Aktueller Stand der Wissenschaft**

Eine vereinheitlichte, all umfassende Leitlinie für das perioperative Management von geriatrischen Patienten existiert nach aktuellem Kenntnisstand nicht. Eine der seltenen disziplinübergreifenden und verallgemeinerten Arbeiten zu diesem Thema hat die Vereinigung der Anästhesisten von Großbritannien und Irland 2014 im „Journal of Anesthesia“ veröffentlicht [41]. Hier wird im Allgemeinen zunächst für die präoperative Begutachtung des geriatrischen Patienten eine möglichst genaue Kommunikation über Risiken und Vorteile der Operation mit dem Patienten und dessen Angehörigen empfohlen. Das perioperative Risiko beinhalte dabei sowohl das Risiko des Eingriffs als auch das für den Patienten. Desweiteren sollten veränderbare Risikofaktoren erkannt und optimiert werden. Eine weitere Empfehlung in der britischen Leitlinie ist, dass die präoperative Begutachtung multifaktoriell und durch einen Facharzt für Geriatrie und einen spezialisierten,

---

<sup>2</sup> MIT: Minimal-invasive offene Thyreoidektomie  
MIVAT: Minimal-invasive Video assistierte Thyreoidektomie  
ABBA: axillo-bilateral-breast approach  
EndoCATS: Endoscopic-Cephalic-Access-Thyroid-Surgery

erfahrenen Anästhesisten erfolgen soll. Die genauen präoperativ zu erhebenden Patientenmerkmale sind in Tabelle 1 dargestellt.

Domain	Items to be assessed	Appropriate assessment tools
Medical	Co-morbidity/severity: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cardiovascular</li> <li>• Respiratory</li> <li>• Haematological</li> <li>• Renal</li> <li>• Nutritional</li> <li>• Musculoskeletal</li> </ul> Previous anaesthesia Anaesthesia-specific Alcohol intake (Pain intensity) Presenting pathology	Vital signs, ECG, shuttle, CPET $S_pO_2$ , (pulmonary function tests) Full blood count Urea and electrolytes, estimated glomerular filtration rate Weight, body mass index, albumin (liver function tests) Assessment of potential nerve block insertion sites Enquiry after (age-related) problems Airway assessment, dentition CAGE questionnaire for alcoholism (Visual analogue pain score) Radiological
Medication	Medication review Anticoagulant therapy Relevant allergies	NSQIP pre-operative assessment Coagulation screen
Cognitive	Mental capacity Decision-making capacity Communication Risk factors for postoperative delirium	Ask 'Have you or (your carer) noticed a change in your memory?', Abbreviated mental test score Vision, hearing, speech NSQIP pre-operative assessment
Functional capacity	Gait and balance Mobility	6-metre walk Walks unaided/with stick/with frame/does not walk Housebound? (yes/no)
Use of functional aids	Visual Hearing Mobility Dentures	Glasses Hearing aids Walking stick, frame, wheelchair
Risk score	Pathology-specific Frailty	e.g. Nottingham Hip Fracture Score NSQIP pre-operative assessment

CPET, cardiopulmonary exercise test; NSQIP, National Surgical Quality Improvement Program.

**Tabelle 1: Minimale Komponenten der Anästhesie-spezifischen präoperativen geriatrischen Begutachtung [41]**

Auch die amerikanischen Autoren Oresanya et al. kommen zu ähnlichen Ergebnissen für eine optimale präoperative Betrachtung des älteren Patienten [70]. Sie legen dabei in einem präoperativen Algorithmus zunächst besonderen Wert auf die Diskussion des Behandlungsziels und der allgemeinen Lebensprioritäten mit dem Patienten und/oder dessen Angehörigen, und ob und mit welchem Risiko diese durch die Operation erreicht werden können. Im Anschluss erfolge eine Abschätzung, ob das Risiko oder der Vorteil durch die Operation überwiege. Ergibt diese Einschätzung ein Überwiegen des Vorteils wird eine genaue geriatrische präoperative Begutachtung empfohlen. Diese beinhalte Lebenserwartung, Kognition, körperliche Verfassung, Ernährungszustand und allgemeine Gebrechlichkeit.

### 1.4.1 Kardioimpedanzanalyse

Die kardiografische Impedanzanalyse als nicht-invasives Verfahren zur Bestimmung von Herzzeit- und Schlagvolumen und damit auch Ermittlung des Kardialen Index und der Pulswellengeschwindigkeit findet bis dato nur selten und langsam einen Weg in den klinischen Alltag. Insbesondere bei kardiologischen Patienten scheint das Verfahren als einfache Screening-Methode aber mehr und mehr an Bedeutung zu gewinnen [78].

Normalerweise sind zur genauen Ermittlung dieser Parameter auf der Intensivstation ein PiCCO<sup>3</sup>-Katheter in der A. femoralis/axillaris/brachialis oder ein Pulmonalkatheter und ein zentralvenöser Katheter nötig. Über den Mechanismus der Thermodilution können in diesen invasiven Verfahren Parameter im Sinne eines erweiterten hämodynamischen Monitorings bestimmt werden (zentralvenöser Druck, pulmonalarterieller Druck, pulmonalkapillärer Verschlussdruck, Herzzeitvolumen, gemischtvenöse Sauerstoffsättigung und daraus abgeleitete Parameter). Besonders für die herzchirurgische Überwachung ist dieses Verfahren essentiell. Andere nicht-invasive/minimal-invasive Möglichkeiten sind die transthorakale und transösophageale Echokardiografie [8].

In verschiedenen Studien wurde die Kardioimpedanzanalyse mit den herkömmlichen Verfahren verglichen [21; 106]. Im Vergleich zur Thermodilutionsmethode schwanken die Parameter (Herzzeitvolumen, Schlagvolumen, Kardialer Index und weitere) um  $\pm 20$  Prozent [8].

Die Messung der Pulswellengeschwindigkeit wird seit 2007 in den Leitlinien der Europäischen Hypertoniegesellschaft zur Ermittlung des Endorganschadens bei Bluthochdruckpatienten empfohlen [60]. Desweiteren korreliert sie sehr stark mit dem Alter, sodass sie der Bestimmung des biologischen Alters eines Patienten dienen kann [9].

---

<sup>3</sup> Pulse Contour Cardiac Output

### 1.4.2 Bioelektrische Impedanzanalyse

Die bioelektrische Impedanzanalyse wird seit etwa 30 Jahren zur Einschätzung der Zusammensetzung des menschlichen Körpers im medizinischen Bereich angewandt [52].

Der klinisch am meisten relevante Parameter scheint dabei der Phasenwinkel zu sein, da er zuletzt zunehmend mehr als Parameter zur Identifizierung der Prognose von Morbidität und Mortalität nachgewiesen werden konnte [5; 68]. Insbesondere im Bereich von klinischen Fällen mit z.B. Leberzirrhose, Dialyse, Malignomen, HIV und AIDS, Sepsis oder Lungenerkrankungen konnte die Rolle des Phasenwinkels als nützlicher Marker für die Prognose des Patienten herausgestellt werden [18]. Auch eine relevante Abhängigkeit des Phasenwinkels von Alter, Geschlecht und BMI zeigt sich in der Literatur mehrfach [5; 18; 32]. Dennoch variieren die Ergebnisse verschiedener Studien teilweise. Ein einheitlicher Normwert für den Phasenwinkel konnte bisher nicht festgelegt werden und eine Relevanz der Messung hat sich bis jetzt nur in den genannten ausgewählten Bereichen gezeigt.

### 1.4.3 Kognitiver Status

Die Rolle des kognitiven Status von chirurgischen Patienten für das Risiko eines postoperativen Deliriums oder anderer kognitiver Dysfunktionen scheint zunehmend mehr an Bedeutung zu gewinnen. Robinson et al. stellten 2012 fest, dass noch immer zu wenig Wissen über die Folgen von vorherbestehenden kognitiven Dysfunktionen auf den postoperativen Ausgang vorhanden ist [85]. Dies betreffe v.a. die Demenzerkrankung.

Im klinischen Alltag werden daher bereits einige neuropsychologische Tests angewendet. Dies sind z.B. der Mini-Mental-Status-Test, DemTect, Mini-Cog-Test, Zahlen-Verbindungstest/Trail-Making-Test oder Uhren-Zeichen-Test. Sie testen teils die Gedächtnisleistung, teils die Aufmerksamkeit oder Wahrnehmung, teils die allgemeinen Intelligenzleistungen und auch exekutive Funktionen.

Der Trail Making Test gilt dabei als einer der populärsten neuropsychologischen Tests, um auf eine einfache und schnelle Art und Weise Wahrnehmung, Verarbeitungsschnelligkeit, geistige Flexibilität und exekutive Gehirnfunktionen eines Patienten beurteilen zu können [98]. Ursprünglich war der Trail Making Test 1944 Bestandteil der „Army individual test battery“. Reitan und Wolfson untersuchten den Nutzen des Tests stetig weiter und konnten 1994 eine besonders hohe Sensitivität des Trail Making Tests für jegliche Art von Gehirnschaden herausstellen [79]. Er ist besonders zur klinischen Verlaufsbeurteilung geeignet und wurde daher als postoperativer kognitiver Funktionstest u.a. von Murkin et al. [65] empfohlen.

Eine Verwendung des Trail Making Test im Sinne eines präoperativen Tests zur Feststellung des postoperativen Risikos gilt bisher im deutschen Raum nicht als Standard.

## **1.5 Zielsetzung dieser Dissertation**

Das Ziel der vorliegenden Studie ist das Auffinden einfach durchführbarer, nicht- oder minimal-invasiver Untersuchungsmethoden zur präoperativen Abschätzung des perioperativen Risikos von geriatrischen Patienten.

Zusätzlich zu einigen gängigen Untersuchungsmethoden sollen drei neuere Verfahren zur Einschätzung angewandt werden. Ermöglicht eine Integration von kardiografischer und bioelektrischer Impedanzanalyse und des Trail Making Tests in die präoperative Untersuchung von älteren Patienten ein besseres Voraussagen von postoperativen Komplikationen?

Desweiteren stellt sich die Frage in wie weit sich die untersuchten Parameter perioperativ verändern und ob diese Veränderungen für das Eintreten postoperativer Komplikationen hinweisgebend sind.

Es soll außerdem untersucht werden, ob durch derartige Untersuchungen beeinflussbare Risiken erkannt und die präoperativen Bedingungen hierdurch wohlmöglich verbessert werden können.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Studienaufbau und -ablauf

Nach Genehmigung der vorliegenden prospektiven, monozentrischen klinischen Beobachtungsstudie durch die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Universität Rostock vom 01.07.2010 (siehe Abbildung 20 im Anhang) konnten ab 18. Oktober 2010 die ersten Patienten am Klinikum Südstadt Rostock in die Studie eingeschlossen werden.

Folgende Einschlusskriterien wurden festgelegt:

- Verständnis und Einwilligung des Patienten
- Alter zum Zeitpunkt des operativen Eingriffs  $\geq 65$  Jahre
- Anästhesierisiko nach ASA I-III
- Geplanter allgemeinchirurgischer Eingriff: Cholezystektomie, Herniotomie, Appendektomie, Strumaresektion oder Hämorrhoidektomie.

Ausschlusskriterien waren:

- Abwesenheit einer schriftlichen Einwilligung, Notfall-OP
- Palliative Operationsindikation, bekanntes metastasierendes Malignom
- Geplanter postoperativer ITS-Aufenthalt
- Bekannte Alkohol- und/oder Drogenabhängigkeit
- Erblindung oder ausgeprägte kognitive Einschränkungen (z.B. schwere Demenz oder Alzheimererkrankung), die die Durchführung des Zahlenverbindungstest nicht ermöglichen
- Fehlende Extremitäten
- Bekannte Arrhythmien und hochgradige Klappenvitien.

Die Studie wurde in Kooperation mit der Klinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie des Klinikum Südstadt Rostock bis zum 14.08.2013 durchgeführt. In dieser Zeit wurden insgesamt 49 Patienten in die Studie eingeschlossen und speziell untersucht.

Im Zuge der präoperativen stationären Aufnahme der Patienten (ein bis fünf Tage vor der geplanten Operation) wurden geeignete Studienpatienten durch die Mitarbeiter der Prämedikationssprechstunde erkannt, über die Studie informiert und vom diensthabenden Anästhesisten ausführlich aufgeklärt. Bei Einwilligung der Patienten wurden diese für den Abend vor dem geplanten Eingriff zwischen 18 und 20 Uhr einbestellt. Die Untersuchungen erfolgten dann für jeden Patienten am präoperativen, OP- und ersten postoperativen Tag zwischen 17 und 21 Uhr.

## **2.2 Basis- und intraoperative Dokumentation**

Bei Ankunft des Patienten am Abend vor dem geplanten chirurgischen Eingriff wurden ASA-Status, Geschlecht, Alter, Gewicht, Größe und Vorerkrankungen protokolliert. Insbesondere folgende Erkrankungen wurden direkt vom Patienten erfragt:

- Hypertonus
- Diabetes mellitus
- Arteriosklerose
- Respiratorische Insuffizienz
- Lebererkrankung
- Niereninsuffizienz

Zu Beginn der Untersuchungen an den drei Tagen wurden außerdem pulsoxymetrisch die periphere Sauerstoffsättigung und mit einem digitalen Ohrthermometer die Körpertemperatur in Grad Celsius bestimmt. Der Bauchumfang wurde mithilfe eines Schneidermaßbandes auf Höhe des Bauchnabels gemessen und die Anzahl der Packyears des Patienten berechnet.

Anhand der Packyears wurden die Patienten zusätzlich in verschiedene Raucherstatus eingeteilt.

- 0 py → Nichtraucher
- 1-5 py → Raucher, Kategorie A
- >5 py → Raucher, Kategorie B

Intraoperativ wurden die Art der Anästhesie, der letztendlich durchgeführte Eingriff, die OP-Dauer, Infusionen und Blutverlustmenge dokumentiert. Zudem wurde präoperativ eine venöse Blutgasanalyse durchgeführt um pH, pO<sub>2</sub> und pCO<sub>2</sub> zu ermitteln.

## 2.3 Kardiimpedanzanalyse

### 2.3.1 Grundlagen: Kardialer Index und Pulswellengeschwindigkeit

Der Cardiac Index (zu Dt. Herzindex) stellt einen wichtigen Parameter zur Erfassung der Herzleistung dar. Er dient besonders im intensivmedizinischen Bereich dem genauen hämodynamischen Monitoring und wird mit folgender Formel berechnet [8]:

$$CI [L/min/m^2] = SV * HF/BSA$$

Dabei sind SV: Schlagvolumen [L], HF: Herzfrequenz [Schläge/min] und BSA: Body Surface Area (dt. Körperoberfläche) [m<sup>2</sup>].

Bei normaler Herzleistung beträgt der Herzindex laut Angaben des Herstellers der verwendeten Software 2,5-4,7 L/min/m<sup>2</sup> [62]. Andere Autoren legen den Referenzbereich mit 2,8-4,2 L/min/m<sup>2</sup> fest [8]. Für die Ermittlung der Körperoberfläche gibt es verschiedene Ansätze. Als klassische Formel gilt die von Dubois, die von der Software „Cardio Vascular Lab“ ebenfalls angewandt wird [62]:

$$\text{Körperoberfläche [m}^2\text{]} = 0.007184 * \text{Größe}^{0.725} [\text{cm}] * \text{Körpergewicht}^{0.425} [\text{kg}]$$

Die Pulswellengeschwindigkeit (PWV, Pulse Wave Velocity) stellt dagegen ein Maß zur Beschreibung der Elastizität der Gefäße (= Gefäßsteifigkeit) dar. Sie ist die Geschwindigkeit, mit der sich die vom Herzen erzeugte Druckwelle über die Arterien im Körper ausbreitet. Normwerte für die zentrale (aortale) PWV liegen zwischen 4 und 6 m/sec. Sie ist langsamer als in der Peripherie, da die Aorta das Gefäß mit der größten Elastizität darstellt. Die Gefäßwände der Peripherie werden zunehmend starrer und dicker. Die Pulswelle wird deshalb schneller fortgeleitet (8-12 m/sec). Im Alter werden die elastischen Fasern in den Gefäßen zunehmend in

kollagene Fasern umgebaut, es kommt zu arteriosklerotischen Gefäßwandverkalkungen, die durch weitere Risikofaktoren wie Hypertonus und Rauchen beschleunigt werden können. Dadurch kommt es zur Versteifung auch der Aorta-nahen Gefäße und somit Erhöhung der Pulswellengeschwindigkeit. Die Messung der PWV bietet damit die Möglichkeit mit einer nichtinvasiven Methode den Arteriosklerosegrad bzw. das biologische Gefäßalter und damit das kardiovaskuläre Risiko eines Patienten zu beurteilen [9; 103].

### 2.3.2 Impedanzkardiografie

Die Impedanzkardiografie stellt eine besondere Form der Impedanzplethysmografie dar, und zwar die spezielle Messung am Thorax. Erfasst wird dabei der elektrische Stromwiderstand (Impedanz  $Z$ ) eines Körperabschnitts bzw. dessen Änderung. Blut ist ein besonders guter elektrischer Leiter, deshalb führen Änderungen des Blutvolumens zu Impedanzänderungen. Aus einer Zunahme des intrathorakalen Blutvolumens resultiert eine Abnahme der Impedanz und umgekehrt. Steigt dabei das Schlagvolumen, so steigt auch die Impedanzänderung. So können mithilfe dieses Verfahrens verschiedene Herzparameter ermittelt werden, u.a. [8]:

- Herzrate (HR)
- Schlagvolumen (SV)
- Schlagvolumenindex (SI)
- Herzzeitvolumen (CO, Cardiac Output; HZV)
- Herzzeitvolumenindex/Kardialer Index (CI)

Die Aorta wird vereinfacht als Zylinder angesehen. Über Summensignale können dabei Volumenberechnungen stattfinden.

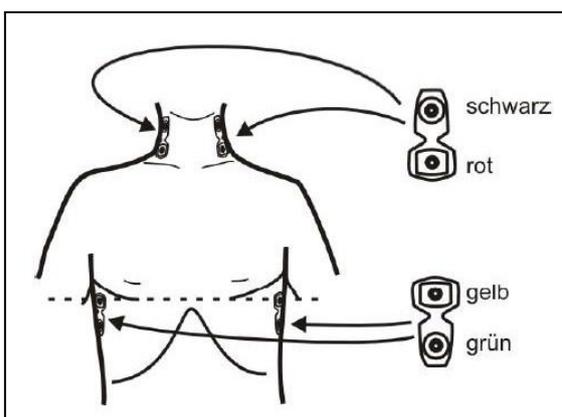
Die Atmung und damit verbundene intrathorakale Druckschwankungen sind Störfaktoren der Impedanzanalyse. Das Gerät CardioScreen 2000 ist aber in der Lage diese auszufiltern [62].

### 2.3.3 Durchführung der Impedanzmessung

In der vorliegenden Studie wurde zur Impedanzmessung das Gerät CardioScreen ® 2000 (medis. GmbH Ilmenau, Deutschland) verwendet, welches neben dem IKG-Modul auch über ein NIBP- (non-invasive blood pressure) und PWV-Modul verfügt, welche eine oszillografische Blutdruckmessung und Pulswellenanalyse ermöglichen.

Nach Starten der Software „Cardio Vascular Lab“ (2011, medis. GmbH Ilmenau, Deutschland) wurden Geburtsdatum, Größe, Gewicht und Geschlecht der Studienpatienten in die dafür vorgesehenen Felder eingegeben und anschließend mithilfe des NIBP-Moduls der systolische und diastolische Blutdruck über die Oberarmmanschette ermittelt.

Die Widerstandsänderungen werden über vier Elektroden abgeleitet: zwei Stromelektroden (grün und schwarz gekennzeichnet), die konstant hochfrequenten Wechselstrom (100 kHz) bei 1 mA führen; und zwei Messelektroden (gelb und rot), die zwischen den Stromelektroden positioniert werden und die Spannung messen, die beim Fließen des Stroms durch den Körperabschnitt entsteht. Die Spannungsänderung ist nach  $Z = U/I$  proportional zur Widerstandsänderung und kann deshalb zur Ermittlung der Durchblutungsparameter genutzt werden [62].

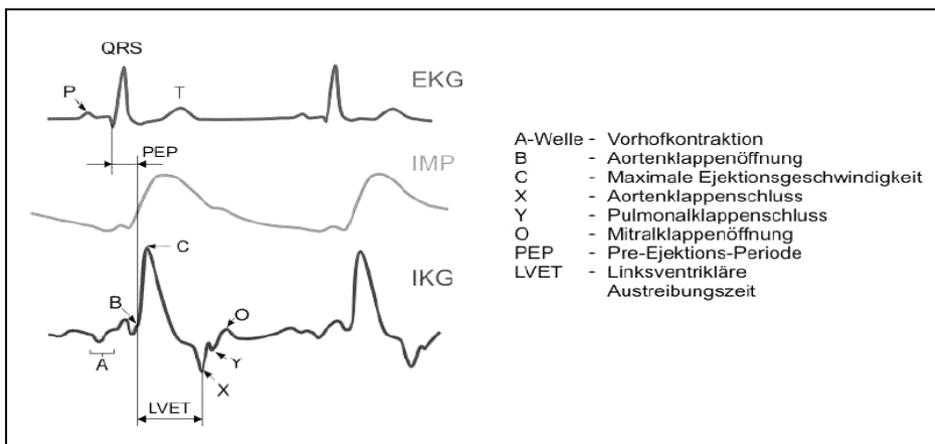


**Abbildung 1: Anordnung der Strom- und Messelektroden [62]**

Die Ableitung geschieht jeweils beidseitig. Wie in Abbildung 1 dargestellt, werden die rechteckigen Messelektroden jeweils zum Halsansatz ausgerichtet. Das zweite

Paar wird am Schnittpunkt der mittleren Axillarlinie und einer gedachten Linie waagrecht auf Höhe des Xiphoids angebracht. Die runden Stromelektroden zeigen jeweils zum Kopf hin bzw. nach distal.

Die Software ermittelt dann drei Kurven mithilfe der „Beat-to-beat“-Methode (kontinuierliche Ableitung, ermöglicht eine Auswertung jedes Herzschlages): Das EKG, IMP und IKG (Abbildung 2).



**Abbildung 2: EKG-, IMP- und IKG-Kurven [62]**

*EKG: Elektrokardiografie; IMP: Impedanzfunktion; IKG: Impedanzkardiografie*

Die IMP-Kurve zeigt dabei die Impedanzfunktion an sich, d.h. die eigentlich gemessene Veränderung der Impedanz im Verlauf der Herzaktion. Da diese Funktion ziemlich ungenau die einzelnen Zeitpunkte darstellt, wird daraus die erste Ableitung ermittelt. Als Ergebnis entsteht die IKG-Kurve (Impedanzkardiografie). Über einen weiteren Filter ermitteln die Messelektroden gleichzeitig die Elektrokardiografie-Kurve. Hierzu wird also keine zusätzliche Elektroden-Ableitung benötigt [62].

Anhand der Kurven berechnet das Programm das Schlagvolumen mithilfe der Sramek/Bernstein-Formel (1983):

$$SV = VEPT * LVET * dZ/dt_{\max}/Z_0$$

Das Schlagvolumen (SV) ist dabei das Produkt aus dem Volumen des elektrisch partizipierenden Gewebes (VEPT), welches sich aus Gewicht, Größe, Alter und Geschlecht des Patienten errechnet, multipliziert mit der linksventrikulären

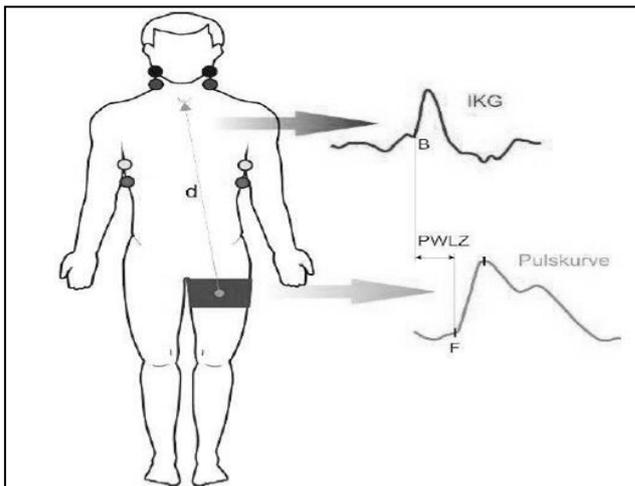
Austreibungszeit (LVET) und dem Quotienten aus der maximalen Impedanzänderung pro Zeit ( $dZ/dt_{\max}$ ) und der Grundimpedanz des Thorax ( $Z_0$ ), die auch als Thorakaler Flüssigkeitsindex (TFI) bezeichnet wird. Für letzteren werden bei Männern Normwerte von 20-33 Ohm und bei Frauen von 27-48 Ohm beschrieben [62].

Aus dem Schlagvolumen ermittelt das Programm nach der Formel  $CI [L/min/m^2] = SV * HF/BSA$  den Kardialen Index sowie das Herzzeitvolumen (HZV) über  $HZV [L/min] = SV * HF$ .

Die für die Studie relevanten Parameter Herzfrequenz, systolischer und diastolischer Blutdruck sowie Kardialer Index wurden dokumentiert. Zusätzlich wurde der mittlere arterielle Blutdruck mithilfe folgender Formel berechnet:

$$MAD [mmHg] = \text{diast.} + 1/3 (\text{syst.} - \text{diast.}).$$

#### 2.3.4 Messung der Pulswellengeschwindigkeit



**Abbildung 3: Ermittlung der Pulswellengeschwindigkeit [62]**

*PWLZ: Pulswellenlaufzeit*

Für die Ermittlung der Pulswellengeschwindigkeit ist neben den bereits platzierten Elektroden an Hals und Thorax eine weitere plethysmografische Manschette um den linken Oberschenkel notwendig (Abbildung 3). Zudem muss der Abstand  $d$  in cm vom Jugularwinkel (Fossa jugularis) bis zur Mitte der Oberschenkelmanschette bestimmt werden. Dieser Wert soll die ungefähre Länge der Aorta ascendens und

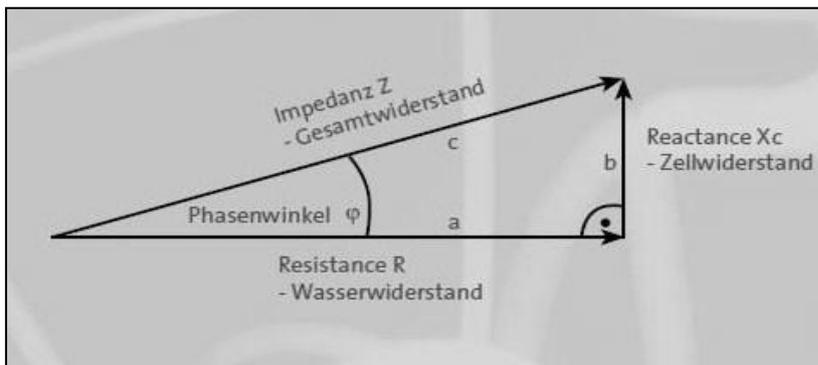
descendens widerspiegeln. Die Länge der Aorta ascendens bis zur Mitte des Aortenbogens wird dabei durch die Messung vom Jugularwinkel bis zum Aortenbogen abgeschätzt. Nach Starten der Messung komprimiert die Manschette die Arteria femoralis bis zum Pulsstillstand, um dann wie bei der Blutdruckmessung nach Riva Rocci die Pulswelle ermitteln zu können. Zehn Pulswellen werden zur Mittelung durch die Software aufgezeichnet. Jedes Mal wird die Propagationszeit (Pulswellenlaufzeit) vom Öffnen der Aortenklappe (Punkt B im IKG) bis zum Erreichen der Pulswelle in der Arteria femoralis (Punkt F in Pulskurve) ermittelt. Mit  $PWV = d/PWLZ$  kann dann die Pulswellengeschwindigkeit durch die Software berechnet werden [62; 103].

## 2.4 Bioelektrische Impedanzanalyse

### 2.4.1 Biophysikalische Grundlagen

Die bioelektrische Impedanzanalyse (BIA) versucht anhand des Widerstands der Zellen des menschlichen Körpers gegen einen elektrischen Strom die Körperzusammensetzung abzuschätzen. Der Körperwiderstand wird als Impedanz  $Z$  bezeichnet und setzt sich aus der Resistance  $R$  und Reactance  $X_c$  zusammen. Die Resistance ist dabei der Widerstand, der durch das elektrolythaltige Gesamtkörperwasser hervorgerufen wird. Eine niedrige Resistance deutet auf vermehrtes Körperwasser hin und umgekehrt. Ursache der Reactance sind die Zellmembranen, die durch Zelldichte und Membranpotential Kondensatoreigenschaften besitzen und damit einen kapazitiven Widerstand darstellen. Diese beiden Widerstände führen zu einer Phasenverschiebung der Strom- und Spannungsmaxima des angelegten elektrischen Stroms. Die BIA verwendet einen schwachen elektrischen Strom mit einer Sinusform, daher kann die besagte Phasenverschiebung durch den menschlichen Körper als ein Winkel in Grad ( $^\circ$ ) gemessen werden (Abbildung 4). Dies ist der Phasenwinkel  $PA$ , der folgendermaßen berechnet werden kann [10; 27; 53]:

$$PA(^{\circ}) = \arctan(X_c/R) * (180^{\circ}/\pi)$$



**Abbildung 4: Entstehung des Phasenwinkels aus Reactance u. Resistance [27]**

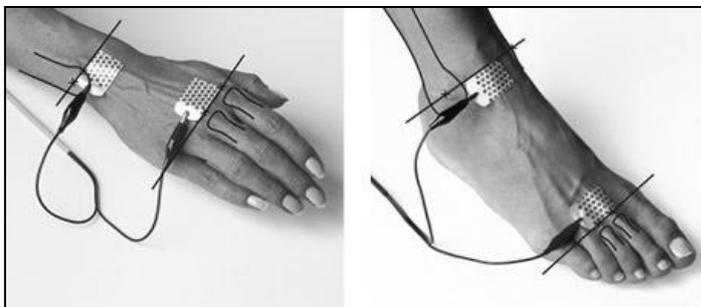
Der Zustand der menschlichen Zellen entscheidet inwieweit sich der Phasenwinkel verändert. Bei gesunden Zellen sind Membranintegrität, Zelldichte und Membranpotential hoch. Sie weisen eine große Reactance auf. Bei normaler Hydrierung führt das zu einer Vergrößerung des Phasenwinkels, da die Sinuskurve des elektrischen Stroms stärker verschoben wird. Eine geschädigte Zelle besitzt dementsprechend eine geringere Reactance, was den Phasenwinkel kleiner werden lässt [23; 27] (siehe Abbildung 21 und 22 im Anhang).

Desweiteren sind  $Z$ ,  $R$ ,  $X_c$  und damit auch der Phasenwinkel frequenzabhängig, weshalb bei dieser BIA die Frequenzen 5, 50 und 100 kHz im Vergleich genutzt wurden (entspricht der Multifrequenzanalyse [53]). Bei sehr kleiner Frequenz (5 kHz) kann der Widerstand der Zellmembranen nicht überwunden werden, wenn  $X_c$  hoch ist. Also fließt der Strom nur durch den extrazellulären Bereich. So kann das Extrazelluläre Wasser (ECW) bestimmt werden. Werden mittlere Frequenzen (50 kHz) angelegt, findet eine leichte Ablenkung durch die Zellmembranen statt. Hier ist  $X_c$  und damit auch der PA am größten und es können das Gesamtkörperwasser (TBW) und die Körperzellmasse (BCM) bestimmt werden. Bei hohen Frequenzen (100 kHz) werden die Zellmembranen komplett überwunden, somit wird der Strom durch das extra- und intrazelluläre Wasser geleitet und es kann das TBW allein ermittelt werden [27; 32] (siehe Abbildung 23 im Anhang).

### 2.4.2 Durchführung der BIA-Messung

Die Messungen wurden mit dem Ganzkörpergerät Nutriguard-M (Data Input GmbH, Darmstadt, Deutschland) durchgeführt. Dieses nutzt die phasensensitive Multifrequenzanalyse und kann deshalb durch zusätzliche Widerstandsbestimmungen bei niedrigen Frequenzen (1-5 kHz) das Gesamtkörperwasser in intra- und extrazelluläres Wasser unterscheiden.

Zur elektronischen Auswertung wurde die Software NutriPlus © Version 5.4.1 (2010, Data Input) verwendet. Für die Messung waren zudem Einweg Ag/AgCl-Elektroden der Firma Bianostic AT ® notwendig. Diese wurden an Hand- und Fußrücken, möglichst der dominanten Körperseite des Patienten, nach alkoholischer Desinfektion der Hautpartien folgendermaßen platziert: die Detektierелеktrode (rotes Kabel) jeweils proximal einer gedachten Linie zwischen dem zweiten und dritten Finger- bzw. Zehengrundgelenk und die Signalelektrode (schwarzes Kabel) jeweils distal einer gedachten Linie über dem proximalen Handgelenk bzw. dem oberen Sprunggelenk (Abbildung 5).



**Abbildung 5: Position der Elektroden bei der BIA-Messung [27]**

Die Untersuchung fand am entspannt liegenden Patienten bei leichter Oberkörperhochlagerung statt. Kontakt mit metallischen Gegenständen (Schmuck, Bettrahmen, Uhren) wurde beseitigt.

Nach Eingabe von Geburtsdatum, Geschlecht, Größe, Körpergewicht (KG) und Bauchumfang (Angabe in cm) des Patienten, wurde die Messung gestartet. Nacheinander wurden die Widerstände bei 5, 50 und 100 kHz und 800  $\mu$ A ermittelt und von der Software anschließend in die Parameter umgerechnet. Protokolliert wurden die für die Studie relevanten Parameter: Body Mass Index (BMI) [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ],

Magermasse [kg], Korrigierte Fettmasse [kg], Total Body Water (TBW) [L], Intrazelluläres Wasser (ICW) [L], Extrazelluläres Wasser (ECW) [L] und Phasenwinkel (PA) [°].

Die absoluten Werte der Parameter eignen sich zur Überwachung von Ernährungstherapien einzelner Patienten. Für eine vergleichende Datenerhebung mehrerer Probanden sind prozentuale Anteile jedoch eher geeignet. Daher wurden der Körperwasseranteil (TBW/KG), Mageranteil (Magermasse/KG) und Fettanteil (Fettmasse/KG) berechnet. Gleichermaßen wurden das anteilige intrazelluläre- (ICW/TBW) und extrazelluläre (ECW/TBW) Wasser ermittelt.

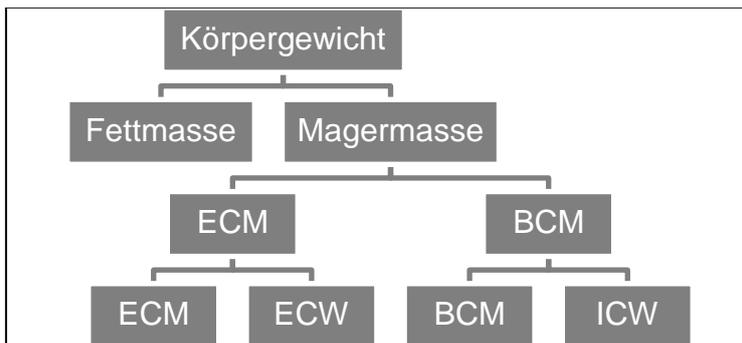
Da die OP-Zeiten – mit Ausnahme der Thyreoidektomie – unter 90 Minuten lagen, bei keiner der OP-Verfahren ein Blutverlust von mehr als 200 ml auftrat und die Patienten bereits im Aufwachraum wieder trinken durften, ist von keiner relevanten Gewichtsveränderung über den Zeitraum der Beobachtung auszugehen. Daher wurde der BMI – im Gegensatz zu den dreimal in Folge erhobenen Parametern – nur einmal am präoperativen Tag ermittelt.

#### 2.4.3 Interpretation der einzelnen Parameter

Der Parameter Magermasse setzt sich aus der fettfreien Masse des Körpers zusammen (BCM und ECM). Das Body Cell Mass (Körperzellmasse) beschreibt die Summe aller stoffwechselaktiven Zellen des Körpers, dies schließt Muskeln, Organe, Drüsen und das Nervensystem mit ein. Zeichen eines BCM-Verlustes sind eine Senkung der BCM-Menge und des Phasenwinkels. Der Parameter ECM beschreibt die extrazelluläre Masse und besteht aus allen nicht-stoffwechselaktiven Bestandteilen des Körpers. Dazu zählen die Zellen des Skeletts, Bindegewebes, der Haut und die Zwischenzellflüssigkeit [53].

Über Körpergewicht minus Magermasse kann die Fettmasse berechnet werden. Die BIA misst das Körperfett also nur indirekt, denn das Fett selbst wirkt als Isolator für den BIA-Strom. Der normale Körperfettanteil liegt nach Angaben des Geräteherstellers für Frauen bei 20-25 Prozent und für Männer um 15 Prozent [27].

Für das Körperwasser werden folgende Normalwerte angegeben: Frauen: 50-60 Prozent, Männer 55-65 Prozent vom Körpergewicht. 95 Prozent des TBW befinden sich in der Magermasse (ICW und ECW) und 5 Prozent im Körperfett. Desweiteren sollten 65 Prozent des TBW intrazellulär und 35 Prozent extrazellulär liegen [27] (Abbildung 6).



**Abbildung 6: Körperzusammensetzung, Kompartimentaufteilung**

*ECM: Extrazelluläre Masse; BCM: Body Cell Mass (Körperzellmasse); ECW: Extrazelluläres Wasser; ICW: Intrazelluläres Wasser*

Der Phasenwinkel zeigt den Stoffwechsel der Körperzelle an, der maßgeblich vom Hydratationszustand abhängt. Bei gutem Ernährungszustand ist er größer, bei Mangelernährung der Zelle kleiner. Der Phasenwinkel ist jedoch für jeden Menschen individuell anzusehen. Werte zwischen 5° und 7° sind optimal. Gut trainierte Personen, wie Leistungssportler und Bodybuilder haben nicht selten einen Phasenwinkel von über 7°. Bei Vorliegen einer Stoffwechselstörung, die häufig altersbedingt ist, liegen die Werte oft unter 5° [10; 27; 32].

## 2.5 Trail Making Test

Zur Untersuchung kognitiver Risikofaktoren wurde den Studienpatienten ein Trail Making Test in Papierform vorgelegt. Die Aufgabe bestand darin, die 25 wahllos angeordneten Zahlen auf dem A4-Blatt in der numerischen Reihenfolge von 1 bis 25 möglichst zügig mit einem Kugelschreiber zu verbinden. Dabei wurde kein Wert auf gerade oder nicht-überkreuzende Linien gesetzt.

Folgende Regeln zur Durchführung wurden festgelegt:

- Durchführung möglichst immer zur gleichen Tageszeit

- Vorliegen einer entspannten Schreibhaltung des Patienten, einer Schreibunterlage und ausreichende Beleuchtung
- Genaue vorherige Erläuterung der Aufgabe und im Anschluss Erfragen des Verständnisses zur Durchführung des Tests

Daraufhin wurde dem Patienten der Test inklusive Stift überreicht und ab dem ersten Blick auf die Zahlen die Stoppuhr gestartet. Auf Fehler (Auslassen von Zahlen, falsche Reihenfolge) wurde sofort hingewiesen. Erst wenn der Stift die 25 fehlerfrei erreicht hatte, wurde die Zeit angehalten. Die erbrachte Zeit wurde in Sekunden dokumentiert. Es gab vier verschiedene Versionen des Tests, sodass dem Patienten im Verlauf immer eine andere Anordnung der Zahlen präsentiert werden konnte (Beispiel Abbildung 24 im Anhang).

## 2.6 Labordatenerhebung

Zusätzlich wurde den Studienpatienten präoperativ, am Abend nach der Operation und ungefähr zur selben Tageszeit am 1. postoperativen Tag Blut entnommen und daraus folgende Parameter bestimmt (laborspezifische Referenzwerte sind im Anhang aufgelistet unter Tabelle 11):

- Blutbild: Hämoglobin, Hämatokrit, Erythrozyten, Leukozyten, Thrombozyten
- Hämostaseologie: INR, aPTT, Thrombinzeit, Fibrinogen
- Elektrolyte: Natrium, Kalium, Calcium
- Stoffwechsel: Glucose, Lactat, Kreatinin, Harnstoff, HDL-Cholesterol, LDL-Cholesterol, HbA1c
- Proteine: CRP, Procalcitonin, Gesamteiweiß, Albumin

## 2.7 Postoperative Komplikationen innerhalb von 30 Tagen

Einen Monat nach dem chirurgischen Eingriff wurden die Studienpatienten telefonisch kontaktiert. Hierbei wurden Dauer des Krankenhausaufenthalts, Komplikationen und eventuelle Wiederaufnahmen erfragt. Für die anschließende vergleichende deskriptive Statistik wurden die Patienten lediglich nach dem Auftreten oder Nicht-Auftreten von Komplikationen eingeteilt. Es wurde eine

Gruppe „mit Komplikationen“ und eine Gruppe „ohne Komplikationen“ definiert. Bei der reinen Bewertung des Auftretens wird weder der Schweregrad noch die Häufung einzelner Komplikationen miteinbezogen.

## 2.8 Statistische Auswertungen

Die statistische Analyse der Daten erfolgte unter Nutzung von SPSS („Statistical Package for Social Science“, Chicago, USA) in der Version 20. Zusätzlich wurden Diagramme und Grafiken in Microsoft Excel und Word 2007 (Microsoft Corporation, Redmond, USA) erstellt bzw. formatiert.

Für die rein deskriptive Analyse wurden das arithmetische Mittel ( $\bar{x}$ ) und die Standardabweichung (SD) ermittelt. Die Patientenzahl betrug wenn nicht anders angegeben  $N = 49$ . Für die dreimal in Folge erhobenen Werte entspricht die Beschriftung „-1“ dem präoperativen Wert, „-2“ dem Wert am OP-Tag und „-3“ dem Wert am 1. postoperativen Tag. Diese Einteilung wurde auch für die Tage 1, 2, 3 in der x-Achse der Grafiken beibehalten.

Die statistischen Testverfahren wurden in Absprache mit dem *Institut für Biostatistik und Informatik in Medizin und Altersforschung* der Universität Rostock ausgewählt. Ein  $p$ -Wert von  $\leq 0,05$  wurde für sämtliche Testverfahren als statistisch signifikant bewertet. Signifikant bedeutet hierbei überzufällig.

Um signifikante Unterschiede der Werte im Verlauf der drei Messtage aufzuzeigen, wurde der Friedman-Test für den Vergleich mehrerer abhängiger Stichproben angewandt. Das Verfahren nach Friedman bietet sich hier an, da eine Normalverteilung nicht unbedingt vorausgesetzt wird.

Zur Beschreibung möglicher signifikanter Unterschiede einzelner Werte zwischen den beiden Gruppen wurden die erhobenen Parameter mithilfe des Kolmogorow-Smirnow-Tests auf Normalverteilung geprüft. Für normalverteilte Werte wurde der T-Test für unabhängige Stichproben und für nicht-normalverteilte der nichtparametrische U-Test für unabhängige Stichproben angewandt.

Retrospektiv wurden die Patienten in zwei Gruppen eingeteilt: zum einen die Patienten mit Komplikationen und zum anderen die komplikationsfreien Patienten.

Es wurde mithilfe einer logistischen Regression das Chancenverhältnis untersucht bei bestimmten präoperativen Risikofaktoren (Regressoren) innerhalb eines Monats Komplikationen zu erleiden. Für die Durchführung der Analyse und eine aussagekräftige Interpretation der Ergebnisse wurden die Merkmalsausprägungen der Variablen sinnvoll gruppiert bzw. entsprechenden Kategorien zugeordnet. In dem hier vorliegenden Fall der binären logistischen Regression ist die abhängige Gruppenvariable dichotom, denn der „Regressand“ ist durch zwei Ausprägungen gekennzeichnet: mit oder ohne Komplikationen.

Bei der logistischen Regressionsanalyse werden Gruppenzugehörigkeitswahrscheinlichkeiten geschätzt. Somit sind Aussagen darüber möglich, wie sich diese Wahrscheinlichkeiten verändern, wenn sich die Ausprägungen der unabhängigen Variablen verändern. Zur Interpretation der Ergebnisse wird der Effektkoeffizient herangezogen, der Auskunft über die Wirkstärke gibt. Dieser gibt den Faktor der Vervielfachung der Odds Ratio (Quotenverhältnisse) an, d.h. um den sich das Odds Ratio der Variablen in der betrachteten Ausprägung gegenüber dem Odds Ratio der Variablen in der Referenzausprägung ändert. Das Odds Ratio ist definiert als der Quotient aus der Wahrscheinlichkeit für das Eintreten eines Ereignisses und der Wahrscheinlichkeit für sein Nicht-Eintreten. Ein Effektkoeffizient von „1“ bedeutet ein gleiches Quotenverhältnis. Mit der Berechnung des 95%-igen Konfidenzintervalls der Odds Ratio wird beurteilt, ob die mit Hilfe von SPSS erhaltenen Ergebnisse signifikant sind. Enthält dieses nicht den Wert „1“, dann nennt man das Ergebnis signifikant [50; 51].

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Eingeschlossene Patienten

#### 3.1.1 Altersverteilung, Häufigkeit der Vorerkrankungen und Operationen

Insgesamt konnten 49 Patienten in die Studie eingeschlossen werden. Davon waren 26 Patienten weiblich (53,1 Prozent) und 23 männlich (46,9 Prozent). In der Häufigkeitsverteilung der Altersklassen zum Zeitpunkt der Operation zeigte sich, dass die meisten Patienten aus den Altersgruppen 70-74 Jahre (N = 19) und 75-79 Jahre (N = 17) stammten (Tabelle 2).

	Häufigkeit (%)
65-69 Jahre	7 (14,3)
70-74 Jahre	19 (38,8)
75-79 Jahre	17 (34,7)
ab 80 Jahre	6 (12,2)

**Tabelle 2: Altersklassen der untersuchten Patienten**

Die Befragung nach Vorerkrankungen ergab, dass bei 36 Patienten (entspricht 73,5 Prozent) bereits ein arterieller Hypertonus bekannt war. Weitere häufige Vorerkrankungen waren arteriosklerotische Ereignisse bei 22,4 Prozent und an dritter Stelle die respiratorische Insuffizienz mit 16,3 Prozent der Patienten (Tabelle 3).

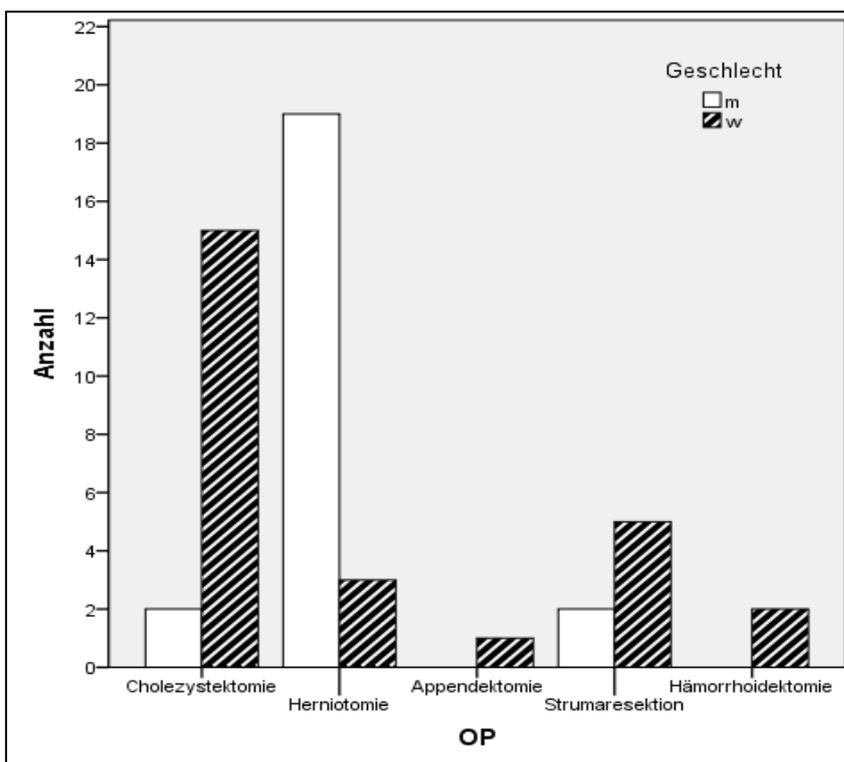
Bekannte Vorerkrankung	Häufigkeit (%)
Arterieller Hypertonus	36 (73,5)
Diabetes mellitus	6 (12,2)
Arteriosklerose	11 (22,4)
Respiratorische Insuffizienz	8 (16,3)
Leberinsuffizienz	4 (8,2)
Niereninsuffizienz	1 (2,0)

**Tabelle 3: Häufigkeiten der Vorerkrankungen**

Desweiteren wurde die Multimorbidität der Studienpatienten untersucht. Es fanden sich 7 Patienten (14,3 Prozent) ohne bekannte Vorerkrankungen, 21 (42,9 Prozent) mit einer bekannten Vorerkrankung und weitere 21 waren multimorbide.

Die häufigsten operativen Eingriffe in der Studie waren Herniotomien mit 44,9 Prozent (22 Patienten), gefolgt von Cholezystektomien mit 34,7 Prozent (17 Patienten) und Strumaresektionen (14,3 Prozent, 7 Patienten). Zwei Hämorroidektomien und eine Appendektomie wurden außerdem untersucht.

Die einzelnen Operationen verteilten sich auf die Geschlechter unterschiedlich. Bei den meisten untersuchten Männern wurde eine Herniotomie (82,6 Prozent) durchgeführt. Bei den Frauen war die Cholezystektomie (57,7 Prozent) der häufigste Eingriff (siehe Abbildung 7).



**Abbildung 7: Geschlechterverteilung der operativen Eingriffe**

*m: männlich; w: weiblich*

### 3.1.2 Inzidenz postoperativer Komplikationen

Das Auftreten von einer oder mehrerer Komplikationen ergab bei N = 46 folgende Häufigkeiten: 19 Patienten (41,3 Prozent) blieben bis 30 Tage nach der Operation

komplikationslos. Bei 27 Patienten traten hingegen verschiedene Komplikationen auf. Die erfassten Komplikationen und Symptome sind in Tabelle 4 aufgelistet.

Am häufigsten traten dabei Wundheilungsstörungen bei 12 der 27 Patienten auf, gefolgt von neurologischen und gastrointestinalen Beschwerden bei 9 bzw. 7 Patienten. Bei 6 Patienten konnten vaskuläre Beschwerden beobachtet werden.

<b>Komplikationsart</b>	<b>Symptome</b>
Kardial	Entwicklung einer Herzinsuffizienz
Pulmonal	Bronchitis, Dyspnoe
Vaskulär	Kreislaufschwäche, Lungenembolie, Blutgerinnsel
Neurologisch	Schwindel, Gleichgewichtsstörungen, Heiserkeit, Vigilanzminderung, Dysphagie
Gastrointestinal	Flatulenz, Obstipation, Diarrhoe
Psychisch	Angst, innere Unruhe, Schlaflosigkeit
Systemisch	Fieber, Gewichtsverlust, vermehrtes Schwitzen
Medikamentös	Arzneimittel-Unverträglichkeit, Medikamentenanpassung
Wundheilung	Schmerzen, Drainagenwechsel, Nahterneuerung, Bluterguss

**Tabelle 4: Komplikationen 30 Tage postoperativ**

### **3.2 Basis- und intraoperative Dokumentation**

Die erhobenen Daten der Basisdokumentation (Tabelle 5) unterschieden sich im arithmetischen Mittel nur teilweise zwischen der Gruppe mit Komplikationen und der Gruppe ohne Komplikationen. Für das Alter zum Zeitpunkt der Operation (74 Jahre), den Body Mass Index (26 kg/m<sup>2</sup>) und den Bauchumfang (101 cm) konnten annähernd gleiche Mittelwerte gefunden werden. In der Größe unterschieden sich die Gruppen um 5 cm und die Gruppe mit Komplikationen hatte mit 72,7 kg ein um 3,4 kg niedrigeres Körpergewicht. Die Patienten mit Komplikationen hatten 6,5 Packyears, die anderen nur 2,3 Packyears. Die Operationszeit scheint auch einen geringen Einfluss auf das Outcome der Patienten gehabt zu haben. So dauerten die Operationen der Patienten mit Komplikationen mit 75 min etwa 15 min länger als in der Gruppe ohne Komplikationen. Die komplikationsfreie Gruppe erlitt dabei mit durchschnittlich 18 ml einen um 10 ml geringeren intraoperativen Blutverlust.

	Pat. mit Komplikationen		Pat. ohne Komplikationen		<i>p</i>
	N	$\bar{x} \pm SD$	N	$\bar{x} \pm SD$	
Alter [Jahre]	27	74,4 ± 5,6	19	74,8 ± 4,2	0,802
Größe [cm]	27	164,5 ± 7,2	19	168,4 ± 5,2	0,053
Gewicht [kg]	27	72,7 ± 10,9	19	76,0 ± 11,5	0,325
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	27	26,6 ± 4,4	19	26,4 ± 3,5	0,866
Bauchumfang [cm]	27	101,0 ± 12,2	19	101,2 ± 8,3	0,957
Packyears	27	6,5 ± 10,0	19	2,3 ± 4,9	0,214
OP-Dauer [min]	27	74,8 ± 32,7	19	60,3 ± 24,3	0,108
Blutverlust [ml]	25	27,6 ± 49,6	16	17,8 ± 28,0	0,871

**Tabelle 5: Basisparameter**

Für Alter, Größe, Gewicht, BMI, Bauchumfang und OP-Dauer wurden T-Tests für unabhängige Stichproben durchgeführt. Für die Parameter Packyears und Blutverlust kam der U-Test für unabhängige Stichproben zur Anwendung. In keinem der Tests konnten signifikante *p*-Werte für die Unterschiede der beiden Gruppen ermittelt werden.

Die periphere Sauerstoffsättigung veränderte sich im Verlauf minimal (Tabelle 6). Die Patienten mit Komplikationen hatten eine präoperative Sauerstoffsättigung von 97,1 Prozent, die bis zum 1. postoperativen Tag auf 96,5 Prozent abfiel. Bei den Patienten ohne spätere Komplikationen betrug sie zunächst 97,6 Prozent und fiel bis zum 1. postoperativen Tag auf 96,7 Prozent. Die Körpertemperatur lag durchschnittlich bei allen Patienten perioperativ zwischen 36,5°C und 36,9°C.

	Pat. mit Komplikationen		Pat. ohne Komplikationen		<i>p</i>
	N	$\bar{x} \pm SD$	N	$\bar{x} \pm SD$	
SpO <sub>2</sub> -1 [%]	27	97,1 ± 1,7	19	97,6 ± 0,8	0,221
SpO <sub>2</sub> -2 [%]	27	96,7 ± 2,1	19	96,7 ± 1,8	0,924
SpO <sub>2</sub> -3 [%]	26	96,5 ± 3,8	19	96,7 ± 1,9	0,542
Temperatur-1 [°C]	27	36,6 ± 0,4	19	36,5 ± 0,4	0,543
Temperatur-2 [°C]	27	36,6 ± 0,5	19	36,5 ± 0,3	0,581
Temperatur-3 [°C]	26	36,7 ± 0,4	19	36,9 ± 0,4	0,359

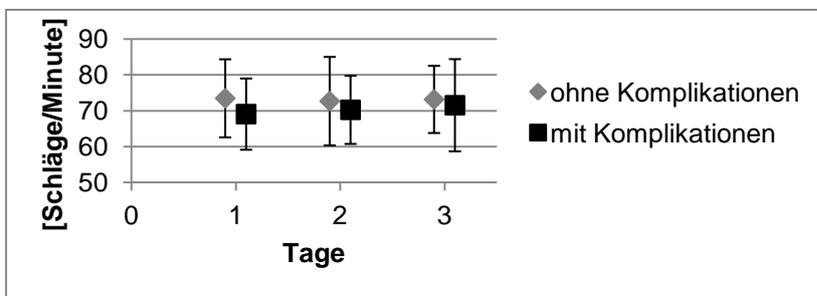
**Tabelle 6: Periphere Sauerstoffsättigung und Temperatur**

Friedman-Test:  $p(\text{SpO}_2) = 0,010$ ;  $p(\text{Temp.}) = 0,005$

### 3.3 Kardioimpedanzanalyse

#### 3.3.1 Herzfrequenz und mittlerer arterieller Blutdruck

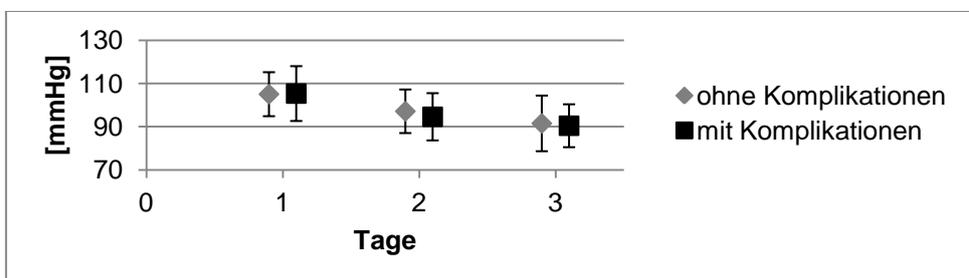
Die Herzfrequenz (Abbildung 8) veränderte sich im arithmetischen Mittel bei den komplikationsfreien Patienten perioperativ nur um 1/min. Für die Patienten mit postoperativen Komplikationen war ein Anstieg der Herzfrequenz vom prä- auf den 1. postoperativen Tag um 2/min zu verzeichnen. Hervorzuheben ist hier, dass die komplikationsfreien Patienten mit 73/min schon höher in die Untersuchungen starteten als die Patienten, bei denen später Komplikationen auftraten (präoperativ 69/min).



**Abbildung 8: Herzfrequenz**

Friedman-Test:  $p = 0,705$

Der mittlere arterielle Blutdruck (Abbildung 9) veränderte sich in den beiden Gruppen perioperativ geringfügig anders. Die komplikationsfreien Patienten zeigten vom präoperativen zum 1. postoperativen Tag einen Abfall des mittleren arteriellen Blutdrucks um insgesamt 14 mmHg. Bei den Patienten mit späteren Komplikationen fiel der Blutdruckabfall mit -15 mmHg nur minimal größer aus.



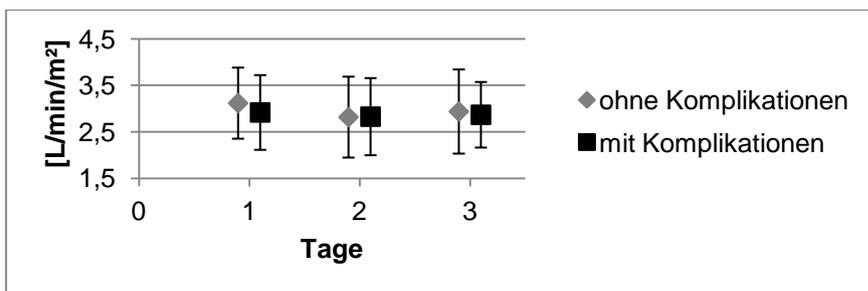
**Abbildung 9: Mittlerer arterieller Blutdruck**

Friedman-Test:  $p < 0,001$

Mithilfe der T- und U-Tests für unabhängige Stichproben konnten keine signifikanten  $p$ -Werte für die einzelnen Herzfrequenzen ( $p_1 = 0,162$ ,  $p_2 = 0,455$ ,  $p_3 = 0,644$ ) und Blutdrücke ( $p_1 = 0,936$ ,  $p_2 = 0,426$ ,  $p_3 = 0,752$ ) zum gleichen Zeitpunkt ermittelt werden.

### 3.3.2 Kardialer Index und Pulswellengeschwindigkeit

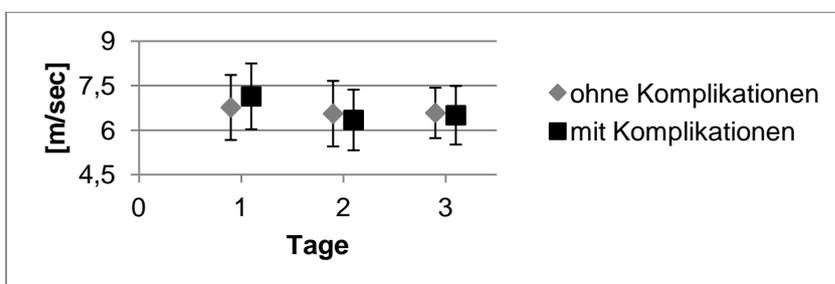
Der Kardiale Index (Abbildung 10) fiel bei den komplikationsfreien Patienten zunächst von 3,1 L/min/m<sup>2</sup> auf 2,8 L/min/m<sup>2</sup>, um dann wieder um 0,1 L/min/m<sup>2</sup> anzusteigen. Die Patienten mit Komplikationen hatten mit 2,9 L/min/m<sup>2</sup> schon zu Beginn einen etwas niedrigeren Kardialen Index als die komplikationsfreien Patienten. Hier fiel der Wert zunächst nur um 0,1 L/min/m<sup>2</sup> ab, um dann fast kontant zu bleiben.



**Abbildung 10: Kardialer Index**

Friedman-Test:  $p = 0,859$

Die Pulswellengeschwindigkeit (Abbildung 11) verringerte sich bei den komplikationsfreien Patienten von Tag 1 (6,8 m/sec) auf 3 (6,6 m/sec) um gerade mal 0,2 m/sec. In der anderen Patientengruppe fiel dieser Abfall etwas größer aus (von 7,1 auf 6,5 m/sec).



**Abbildung 11: Pulswellengeschwindigkeit**

Friedman-Test:  $p < 0,001$

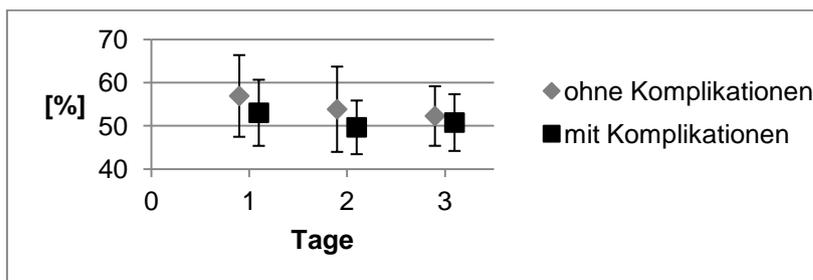
Mithilfe der T-Tests für unabhängige Stichproben konnten keine signifikanten  $p$ -Werte für die einzelnen Werte des Kardialen Index ( $p_1 = 0,416$ ,  $p_2 = 0,985$ ,  $p_3 = 0,763$ ) und der Pulswellengeschwindigkeit ( $p_1 = 0,264$ ,  $p_2 = 0,506$ ,  $p_3 = 0,780$ ) zum gleichen Zeitpunkt ermittelt werden.

### 3.4 Bioelektrische Impedanzanalyse

#### 3.4.1 Gesamtkörperwasser und intra- und extrazelluläres Wasser

Die komplikationsfreien Patienten verloren bei einem Abfall von 57 auf 52 Prozent vom prä- zum 1. postoperativen Tag rund 5 Prozentpunkte Körperwasser (Abbildung 12). Die Patienten mit späteren Komplikationen hatten bereits am ersten Messtag nur 53 Prozent Körperwasser. Die Veränderungen in den drei Tagen fielen hier jedoch geringer aus. So reduzierte sich das Körperwasser zum 2. Tag um rund 3 Prozentpunkte, stieg dann aber zum 3. Messtag wieder um 1 Prozentpunkt an, sodass die Differenz zwischen dem prä- und 1. postoperativen Tag lediglich 2 Prozentpunkte betrug.

Innerhalb der T-Tests für unabhängige Stichproben ergaben sich zu keinem Zeitpunkt signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen ( $p_1 = 0,130$ ,  $p_2 = 0,088$ ,  $p_3 = 0,464$ ).

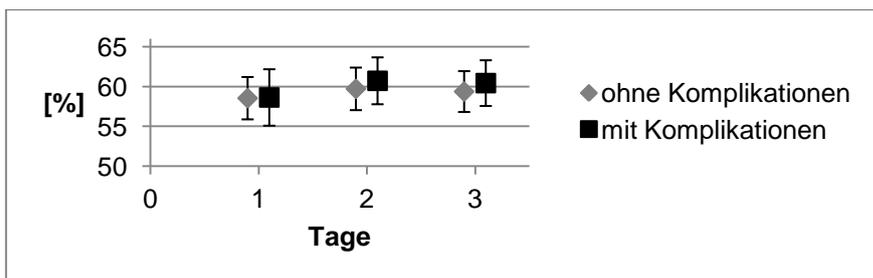


**Abbildung 12: Gesamtkörperwasseranteil**

Friedman-Test:  $p < 0,001$

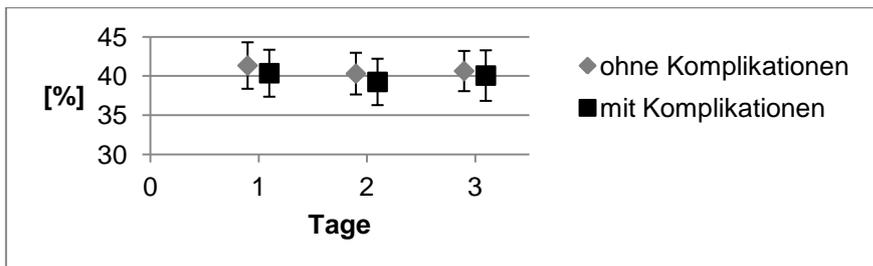
In der Aufteilung des Körperwassers in die Kompartimente intra- und extrazellulärer Raum ergaben sich in Abhängigkeit postoperativer Komplikationen nur geringfügige Unterschiede. Der intrazelluläre Wasseranteil veränderte sich bei den komplikationsfreien Patienten perioperativ um ca. 1 Prozentpunkt, von 59 auf 60 und wieder 59 Prozent. In der anderen Patientengruppe ergaben sich

Verlaufswerte für das intrazelluläre Wasser von 59, 61 und 60 Prozent. Die Variation im extrazellulären Wasseranteil verhielt sich dementsprechend ähnlich. Die komplikationsfreien Patienten wiesen einen Abfall vom 1. zum 2. Messtag von 1 Prozentpunkt auf, der aber zum 3. Tag wieder ausgeglichen wurde. In der Patientengruppe mit Komplikationen war der Verlauf derselbe. Hier ließ sich weder bei den Werten der ersten Messung noch im Verlauf ein Unterschied in den Patientengruppen aufzeigen.



**Abbildung 13: Intrazellulärer Wasseranteil**

Friedman-Test:  $p < 0,001$



**Abbildung 14: Extrazellulärer Wasseranteil**

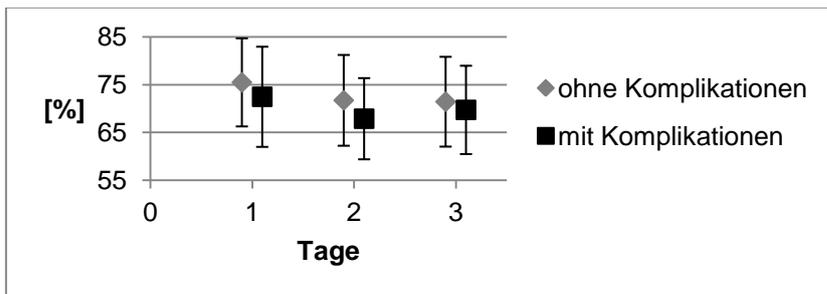
Friedman-Test:  $p < 0,001$

Die Abbildungen 13 und 14 zeigen, dass die Patienten ohne spätere Komplikationen stets einen niedrigeren Anteil an intrazellulärem Wasser und einen höheren Anteil an extrazellulärem Wasser aufwiesen. Diese Unterschiede konnten jedoch mit T-Tests für unabhängige Stichproben weder für den intrazellulären ( $p_1 = 0,952$ ,  $p_2 = 0,243$ ,  $p_3 = 0,209$ ) noch für den extrazellulären ( $p_1 = 0,280$ ,  $p_2 = 0,223$ ,  $p_3 = 0,525$ ) Wasseranteil als signifikant gezeigt werden.

### 3.4.2 Mager- und Fettanteil

Kleine Unterschiede zwischen den Gruppen zeigten sich in den perioperativen Veränderungen des Mageranteils (Abbildung 15). Die erste Messung ergab bei

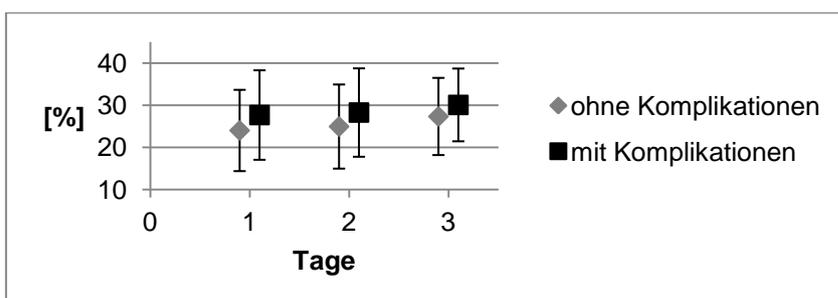
den komplikationsfreien Patienten durchschnittlich 75 Prozent Magermasse. In der anderen Gruppe waren es hier bereits 3 Prozentpunkte weniger. Der Abfall bis zum 1. postoperativen Tag fiel dabei in der komplikationsfreien Gruppe größer aus (Abfall um 4 Prozentpunkte). Bei den Patienten mit späteren Komplikationen verringerte sich der Mageranteil bis zur 3. Messung nur um etwa 2 Prozentpunkte.



**Abbildung 15: Mageranteil**

Friedman-Test:  $p < 0,001$

Analog zu den Unterschieden in den Veränderungen der Magermasse verhielt sich der Fettanteil (Abbildung 16). Die komplikationsfreie Patientengruppe hatte schon am präoperativen Messtag einen niedrigeren Fettanteil (24 Prozent) als die Gruppe mit späteren Komplikationen (28 Prozent). Bei den Patienten ohne Komplikationen war erneut die Änderung des Ausgangswertes (Anstieg um 3 Prozentpunkte) im Verlauf der Operation etwas größer als in der komplikationsfreien Gruppe (Anstieg um rund 2 Prozentpunkte).



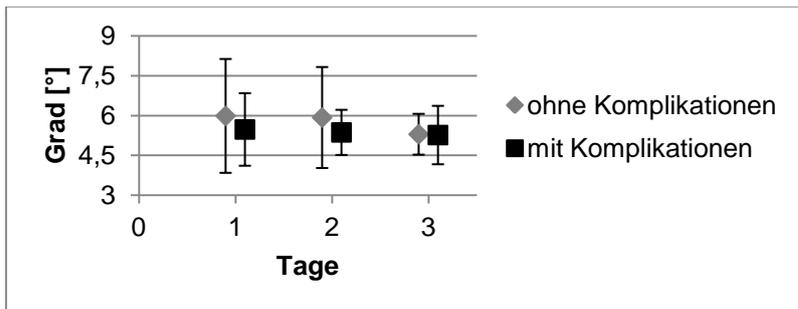
**Abbildung 16: Fettanteil**

Friedman-Test:  $p < 0,001$

Weder für den Mageranteil ( $p_1 = 0,319$ ,  $p_2 = 0,161$ ,  $p_3 = 0,547$ ) noch für den Fettanteil ( $p_1 = 0,239$ ,  $p_2 = 0,290$ ,  $p_3 = 0,315$ ) konnten in T-Tests signifikante Unterschiede aufgezeigt werden.

### 3.4.3 Phasenwinkel

Der Phasenwinkel verringerte sich in der komplikationsfreien Gruppe perioperativ von 6 Grad auf 5,3 Grad (Abbildung 17). Die Patienten mit späteren Komplikationen zeigten am präoperativen Tag einen Phasenwinkel von 5,5 Grad, der bis zum 1. postoperativen Tag jedoch nur um 0,2 Grad abfiel.



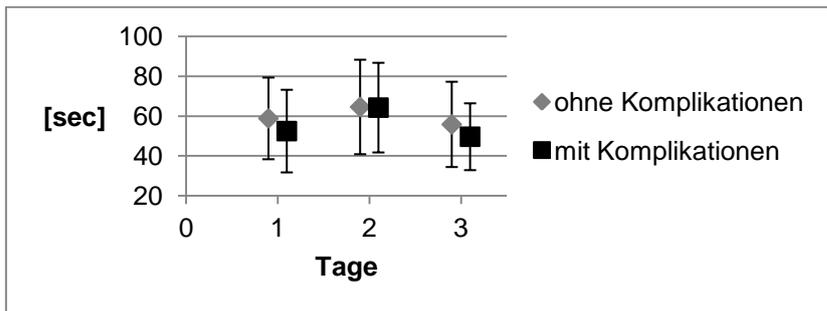
**Abbildung 17: Phasenwinkel**

Friedman-Test:  $p = 0,179$

Die abweichenden Werte des Phasenwinkels zwischen den Gruppen zeigten sich im U-Test als nicht signifikant ( $p_1 = 0,608$ ,  $p_2 = 0,549$ ,  $p_3 = 0,593$ ).

### 3.5 Trail Making Test

Bei Unterscheidung der Ergebnisse des Trail Making Tests zwischen den Gruppen zeigte sich, dass die Patientengruppe mit späteren Komplikationen an zwei von drei Tagen den Test deutlich schneller absolvierte als die andere Gruppe (Abbildung 18). So benötigten Patienten ohne Komplikationen präoperativ 59 Sekunden, am Operationstag 65 Sekunden und am folgenden Tag 56 Sekunden. Die Patienten mit Komplikationsauftreten benötigten am 1. Tag 53 Sekunden, am 2. mit 64 Sekunden etwa genau so lang wie die andere Gruppe, und am 3. Tag waren sie mit 50 Sekunden am schnellsten. Hervorzuheben ist an dieser Stelle, dass alle Patienten im Durchschnitt am 1. postoperativen Tag schneller im Test waren als präoperativ.



**Abbildung 18: Trail Making Test**

*Friedman-Test:  $p = 0,001$*

Beim Trail Making Test musste aufgrund fehlender Normalverteilung der U-Test angewendet werden. Auch hier konnten keine signifikanten  $p$ -Werte ( $p_1 = 0,150$ ,  $p_2 = 0,850$ ,  $p_3 = 0,285$ ) zwischen den Werten zum gleichen Zeitpunkt der beiden Gruppen ermittelt werden.

### 3.6 Laborparameter

#### 3.6.1 Blutbild

Für die Blutbildparameter ließen sich geringfügige Unterschiede zwischen den beiden Patientengruppen finden (siehe Tabelle 12 im Anhang). So fiel in der Komplikationsgruppe die Hämoglobinkonzentration im Mittel von 8,5 mmol/L auf 7,7 mmol/L am 3. Messtag. Für die komplikationsfreie Gruppe war im selben Zeitraum bei gleichem Startwert nur ein durchschnittlicher Abfall um 0,5 mmol/L zu verzeichnen. Der Hämatokrit verringerte sich in der Komplikationsgruppe von präoperativ 0,41 auf postoperativ 0,37. In der Vergleichsgruppe ohne spätere Komplikationen war ein Abfall von 0,40 auf ebenfalls 0,37 zu erkennen. Die anfängliche Erythrozytenkonzentration lag für beide Gruppen bei  $4,5 \cdot 10^{12}/L$ . In der Komplikationsgruppe verringerte sie sich aber um  $0,4 \cdot 10^{12}/L$  und in der Gruppe ohne Komplikationen nur um  $0,3 \cdot 10^{12}/L$ . Die Konzentration der Leukozyten war am ersten Messtag auch für beide Patientengruppen gleich bei  $6,9 \cdot 10^9/L$ . In der Komplikationsgruppe stieg sie dann jedoch zunächst auf  $11,8 \cdot 10^9/L$  am OP-Tag, um am 3. Tag wieder einen niedrigeren Wert bei  $9,7 \cdot 10^9/L$  zu erreichen. Bei den Patienten ohne Komplikationen lag die Leukozytenkonzentration am 2. Tag bei  $10,3 \cdot 10^9/L$  und fiel zum postoperativen Tag wieder auf  $8,5 \cdot 10^9/L$  ab. Die

Thrombozytenkonzentration veränderte sich in der Komplikationsgruppe von 230 über 218 auf  $220 \cdot 10^9/L$ . Für die komplikationsfreie Gruppe war hingegen ein Verlauf von 252 über 206 auf  $223 \cdot 10^9/L$  zu messen.

Zwischen den Gruppen konnten mithilfe des T- bzw. U-Test für unabhängige Stichproben keine signifikanten Unterschiede bei den Messungen zum gleichen Zeitpunkt gefunden werden.

### 3.6.2 Hämostaseologie

	Pat. mit Komplikationen		Pat. ohne Komplikationen		<i>p</i>
	N	$\bar{x} \pm SD$	N	$\bar{x} \pm SD$	
INR-1	26	$1,0 \pm 0,08$	18	$1,0 \pm 0,06$	0,427
INR-2	24	$1,0 \pm 0,08$	16	$1,1 \pm 0,07$	0,062
INR-3	24	$1,0 \pm 0,09$	17	$1,0 \pm 0,06$	0,029
aPTT-1 [sec]	26	$29 \pm 4$	18	$30 \pm 3$	0,262
aPTT-2 [sec]	24	$31 \pm 5$	17	$33 \pm 4$	0,015
aPTT-3 [sec]	23	$30 \pm 4$	17	$32 \pm 5$	0,139
Thrombinzeit-1 [sec]	26	$19 \pm 1$	18	$19 \pm 1$	0,782
Thrombinzeit-1 [sec]	24	$20 \pm 2$	17	$20 \pm 2$	0,973
Thrombinzeit-3 [sec]	23	$18 \pm 1$	17	$17 \pm 1$	0,475
Fibrinogen-1 [g/L]	26	$3,3 \pm 0,7$	16	$3,0 \pm 0,6$	0,203
Fibrinogen-2 [g/L]	24	$3,3 \pm 0,8$	17	$2,8 \pm 0,5$	0,034
Fibrinogen-3 [g/L]	23	$4,0 \pm 0,9$	17	$3,6 \pm 0,8$	0,233

**Tabelle 7: Hämostaseologieparameter**

*Friedman-Test:  $p(INR) = 0,006$ ;  $p(aPTT) = 0,011$ ;  $p(Thrombinzeit) < 0,001$ ;  $p(Fibrinogen) < 0,001$*

Das International Normalized Ratio (INR) betrug in beiden Patientengruppen über alle drei Tage durchschnittlich 1,0 (Tabelle 7). Lediglich die Standardabweichung zeigte sich geringfügig unterschiedlich zwischen den Gruppen. An Tag 3 wurde für die Patienten mit späteren Komplikationen ein INR von  $1,0 \pm 0,09$  und für die Patienten ohne Komplikationen ein INR von  $1,0 \pm 0,06$  ermittelt. Diese Ergebnisse zeigten sich im U-Test bei  $p = 0,029$  signifikant unterschiedlich. Die aktivierte partielle Thrombinzeit (aPTT) veränderte sich geringfügig zwischen den Gruppen. In der komplikationsfreien Patientengruppe wurden im Verlauf die Werte 30, 33 und 32 Sekunden erhoben. Für die Patienten mit späteren Komplikationen

ergaben sich Veränderungen von 29 über 31 auf 30 Sekunden. Hier konnte im U-Test der gemessene Wert am 2. Tag als statistisch signifikant ermittelt werden bei  $p = 0,015$ . Die Thrombinzeit veränderte sich in beiden Gruppen wiederum fast gleich. Am präoperativen Tag wurde ein Wert von 19 Sekunden ermittelt, am OP-Tag 20 Sekunden und am 1. postoperativen Tag in der Gruppe mit Komplikationen 18 Sekunden und in der komplikationsfreien Gruppe 17 Sekunden. Im T-Test für unabhängige Stichproben konnte kein signifikanter Unterschied ermittelt werden. Die Fibrinogenkonzentration blieb im Mittel an Tag 1 und 2 in der Komplikationsgruppe bei 3,3 g/L gleich. In der komplikationsfreien Gruppe fiel sie von 3 g/L auf 2,8 g/L. Der Unterschied an Tag 2 zwischen den beiden Gruppen zeigte sich im U-Test bei  $p = 0,034$  als signifikant. Am 3. Tag lag das Fibrinogen in der Gruppe mit späteren Komplikationen im arithmetischen Mittel bei 4,0 g/L und in der komplikationsfreien Gruppe bei 3,6 g/L.

### 3.6.3 Elektrolyte

	Pat. mit Komplikationen		Pat. ohne Komplikationen		p
	N	$\bar{x} \pm SD$	N	$\bar{x} \pm SD$	
Natrium-1 [mmol/L]	26	139 $\pm$ 2,7	18	138 $\pm$ 2,1	0,586
Natrium-2 [mmol/L]	25	138 $\pm$ 3,0	18	139 $\pm$ 2,3	0,156
Natrium-3 [mmol/L]	24	138 $\pm$ 2,6	17	138 $\pm$ 1,9	0,538
Kalium-1 [mmol/L]	26	4,6 $\pm$ 0,4	18	4,3 $\pm$ 0,3	0,046
Kalium-2 [mmol/L]	25	4,5 $\pm$ 0,4	18	4,2 $\pm$ 0,2	0,030
Kalium-3 [mmol/L]	24	4,2 $\pm$ 0,4	17	4,2 $\pm$ 0,3	0,894
Calcium-1 [mmol/L]	26	2,4 $\pm$ 0,08	18	2,3 $\pm$ 0,13	0,489
Calcium-2 [mmol/L]	25	2,2 $\pm$ 0,10	18	2,2 $\pm$ 0,08	0,550
Calcium-3 [mmol/L]	24	2,1 $\pm$ 0,10	16	2,2 $\pm$ 0,10	0,654

**Tabelle 8: Elektrolytkonzentrationen**

Friedman-Test:  $p(\text{Natrium}) = 0,763$ ;  $p(\text{Kalium}) < 0,001$ ;  $p(\text{Calcium}) < 0,001$

Die Natriumkonzentration veränderte sich an den drei Tagen nur minimal (Tabelle 8). Sie schwankte in beiden Gruppen an allen Tagen im arithmetischen Mittel lediglich zwischen 138 und 139 mmol/L. Für die Kaliumkonzentration konnte in beiden Gruppen ein kleiner Abfall von Tag zu Tag ermittelt werden. In der Komplikationsgruppe verringerte sie sich von 4,6 über 4,5 auf 4,2 mmol/L. In der

komplikationsfreien Gruppe zeigten sich Veränderungen von 4,3 auf 4,2 mmol/L am postoperativen Tag. Die Unterschiede der Kaliumkonzentration zwischen den Gruppen konnten an Tag 1 ( $p = 0,046$ ) und 2 ( $p = 0,030$ ) im U-Test als signifikant ermittelt werden. Der Abfall der Calciumkonzentration zeigte sich ähnlich. Sie verringerte sich vom 1. zum 3. Tag bei den Patienten mit Komplikationen von 2,4 um 0,3 mmol/L, bei den komplikationsfreien Patienten lediglich von 2,3 um 0,1 mmol/L, ohne jedoch signifikante Unterschiede zu zeigen.

#### 3.6.4 Stoffwechsel

Für die durchschnittliche Glucosekonzentration ergaben sich vor allem am Operationstag signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen (Tabelle 13 im Anhang). Hier fanden sich 7,2 mmol/L in der Komplikationsgruppe (Anstieg um 1 mmol/L zum Vortag) und nur 5,6 mmol/L in der komplikationsfreien Gruppe (Abfall um 0,8 mmol/L zum Vortag). Dieser Unterschied konnte im U-Test bei einem  $p = 0,001$  als überzufällig ermittelt werden. Zum dritten Messtag hin fiel in der Komplikationsgruppe die Glucosekonzentration wieder auf 6,5 mmol/L und in der komplikationsfreien Gruppe auf 6,4 mmol/L ab. Die Veränderungen der Lactatkonzentration waren zwischen den Gruppen ähnlich. Der präoperative Messwert (mit Komplikationen: 1,3 mmol/L, ohne Komplikationen: 1,4 mmol/L) fiel zum OP-Tag in beiden Gruppen um 0,2 mmol/L ab. Zum postoperativen Tag hin war in der Komplikationsgruppe ein Anstieg auf 1,7 mmol/L zu beobachten, in der Vergleichsgruppe fiel dieser geringer aus (Anstieg auf 1,6 mmol/L). Die Kreatininkonzentration veränderte sich im Verlauf in der Komplikationsgruppe von 79,7  $\mu\text{mol/L}$  über 73,6  $\mu\text{mol/L}$  auf 92,3  $\mu\text{mol/L}$ . In der komplikationsfreien Gruppe fielen die Schwankungen deutlich kleiner aus. Hier fiel das Serumkreatinin zunächst nur von 73,9 auf 72,8  $\mu\text{mol/L}$  und stieg dann auf 77,7  $\mu\text{mol/L}$ . Der Unterschied zwischen den Gruppen am 3. Tag zeigte sich im T-Test für unabhängige Stichproben signifikant bei  $p = 0,015$ . Die Harnstoffkonzentration im Serum lag in beiden Gruppen an Tag 1 und 2 bei etwa 6 mmol/L. Erst am 3. Tag war ein Unterschied erkennbar, der laut U-Test signifikant war ( $p = 0,047$ ). Hier betrug die Harnstoffkonzentration in der Gruppe mit Komplikationen 7,9 mmol/L

und in der komplikationsfreien Gruppe 6,5 mmol/L. Das HDL-Cholesterol fiel im Mittel von Tag 1 auf 3 in der Komplikationsgruppe von 1,5 auf 1,3 mmol/L und in der komplikationsfreien Gruppe von 1,4 auf 1,3 mmol/L. Das LDL-Cholesterol stieg zunächst in beiden Gruppen von 3,8 mmol/L auf 3,9 mmol/L. Zum postoperativen Tag hin war der Abfall in der Komplikationsgruppe mit 0,7 mmol/L stärker als in der komplikationsfreien Gruppe (Abfall um 0,4 mmol/L). Der nur präoperativ ermittelte HbA1c-Anteil betrug bei den Patienten mit Komplikationen im Mittel 5,9 Prozent und bei den komplikationslosen Patienten 5,8 Prozent.

### 3.6.5 Proteine

	Pat. mit Komplikationen		Pat. ohne Komplikationen		p
	N	$\bar{x} \pm SD$	N	$\bar{x} \pm SD$	
CRP-1 [mg/L]	24	4,9 ± 5,8	16	2,3 ± 2,1	0,229
CRP-2 [mg/L]	25	6,5 ± 6,2	18	3,9 ± 3,9	0,273
CRP-3 [mg/L]	24	48,4 ± 48,4	17	47,3 ± 40,8	0,771
Procalcitonin-1 [ng/ml]	24	0,01 ± 0,04	14	0,01 ± 0,03	0,846
Procalcitonin-2 [ng/ml]	25	0,06 ± 0,15	16	0,53 ± 1,96	0,302
Procalcitonin-3 [ng/ml]	23	0,21 ± 0,78	16	0,92 ± 3,30	0,454
Gesamteiweiß-1 [g/L]	24	67,0 ± 3,4	19	68,5 ± 5,3	0,304
Gesamteiweiß-2 [g/L]	25	62,2 ± 3,7	18	61,7 ± 4,3	0,693
Gesamteiweiß-3 [g/L]	23	59,4 ± 3,6	17	60,6 ± 4,0	0,303
Albumin-1 [g/L]	24	41,5 ± 3,0	19	43,0 ± 3,1	0,112
Albumin-2 [g/L]	25	38,3 ± 3,2	18	38,3 ± 2,4	0,990
Albumin-3 [g/L]	24	36,5 ± 2,6	17	38,1 ± 3,1	0,087

**Tabelle 9: Proteinkonzentrationen**

*Friedman-Test: p < 0,001*

Für die untersuchten Proteine im Blut ergaben sich zu keinem Zeitpunkt signifikante Unterschiede zwischen den Patientengruppen in den U- bzw. T-Tests für unabhängige Stichproben (Tabelle 9). Die CRP-Konzentration war an allen drei Tagen im Mittel in der Komplikationsgruppe höher als in der Vergleichsgruppe. So stieg sie von 4,9 mg/L an Tag 1 über 6,5 mg/L am 2. Tag auf 48,4 mg/L an Tag 3. In der Kontrollgruppe wurden an den gleichen Tagen die Werte 2,3 mg/L, 3,9 mg/L und 47,3 mg/L ermittelt. Die Procalcitoninkonzentration lag am präoperativen Tag

für beide Gruppen gleich bei 0,01 ng/ml. In der Komplikationsgruppe stieg sie dann über 0,06 ng/ml am OP-Tag auf 0,21 ng/ml am postoperativen Tag an. In der komplikationsfreien Gruppe fiel dieser Anstieg etwas größer aus. Hier erreichte das PCT im Mittel am OP-Tag einen Wert von 0,53 ng/ml und am postoperativen Tag 0,92 ng/ml. Für den Parameter Gesamteiweiß waren die Unterschiede gering. Bei den Patienten mit Komplikationen konnten an den drei aufeinander folgenden Tagen die Werte 67, 62,2 und 59,4 g/L gemessen werden. In der Patientengruppe ohne Komplikationen verringerte sich die Konzentration von 68,5 über 61,7 auf 60,6 g/L. In ähnlicher Weise fiel die Albuminkonzentration in beiden Gruppen ab. Es war ein mittlerer Abfall vom 1. zum 3. Tag von 5 g/L zu verzeichnen. Dabei betrug der Wert am präoperativen Tag in der Komplikationsgruppe 41,5 g/L und in der komplikationsfreien Gruppe 43 g/L. Als zusammenfassendes Ergebnis zeigte sich also, dass das CRP bei den Patienten ohne Komplikationen präoperativ niedriger und Gesamteiweiß und Albumin präoperativ höher waren als bei den Patienten mit Komplikationen.

### 3.7 Binär-logistische Regressionsanalyse

Die Quotenverhältnisse der kategorialen Daten ergaben folgende Aussagen:

Die Frauen in der Studie hatten bei einem Odds Ratio von  $OR = 1,89$  (KI: 0,57-6,22;  $p = 0,227$ ) eine Chance von fast 2:1 gegenüber den Männern Komplikationen zu erfahren. Für die multimorbiden Patienten, bei denen also mehr als eine Vorerkrankung bekannt war, ergab sich eine 1,85-fach erhöhte Wahrscheinlichkeit für postoperative Komplikationen ( $OR = 1,85$ ; 95 % KI: 0,56-6,13;  $p = 0,241$ ). Betrachtet man alle Patienten mit mind. einem Packyear als Raucher, so ließ sich für diese eine 1,7-fach erhöhte Chance für Komplikationen berechnen ( $OR = 1,73$ ; 95 % KI: 0,51-5,93;  $p = 0,284$ ).

Vorerkrankung	Vorhanden	Odds Ratio	95 % KI	p
Hypertonus	Nein			
	Ja	1,62	0,43-6,09	0,478
Diabetes mellitus	Nein			
	Ja	1,48	0,24-9,03	0,672
Arteriosklerose	Nein			
	Ja	1,31	0,32-5,32	0,703
Respiratorische Insuffizienz	Nein			
	Ja	0,65	0,14-3,02	0,584

**Tabelle 10: Quotenverhältnisse Vorerkrankungen**

*Nichtvorhandensein der Vorerkrankung als jeweilige Referenzkategorie*

Anhand der vorhandenen Vorerkrankungen (Tabelle 10) ergab sich für Bluthochdruck ein 1,6-fach, für Diabetes mellitus ein 1,5-fach und für Arteriosklerose ein 1,3-fach erhöhtes Risiko, dass Komplikationen auftreten.

Die Respiratorische Insuffizienz zeigt in der Studienpopulation ein 0,7-fach erhöhtes Risiko für das Auftreten von Komplikationen. Hier ist zu ergänzen, dass 8 der 46 Patienten an einer respiratorischen Insuffizienz litten und bei jeweils 4 davon Komplikationen auftraten bzw. nicht. 23 Patienten jedoch erlitten Komplikationen ohne respiratorisch insuffizient zu sein und nur 15 ohne Exposition blieben komplikationslos. Da hier die Chance unter Nicht-Exposition Komplikationen zu leiden größer ist als unter Exposition, errechnet sich ein Odds Ratio unter 1. Alle Ergebnisse aus Tabelle 10 sind nicht signifikant, sondern zufällig.

Eine logistische Regressionsanalyse war für das Vorhandensein von Leber- und Niereninsuffizienz nicht durchführbar, da es keine Patienten mit Leber- bzw. Niereninsuffizienz gab, die keine Komplikationen erlitten. Folglich werden nur die absoluten Häufigkeiten beschrieben. Vier Patienten mit bekannter Leberinsuffizienz und 23 Patienten ohne Leberinsuffizienz zeigten spätere Komplikationen. 19 Patienten hatten weder eine Leberinsuffizienz noch postoperative Komplikationen. Ein Patient mit Niereninsuffizienz erlitt postoperative Komplikationen. Dagegen zeigten von 45 Patienten ohne Niereninsuffizienz 26 Komplikationsauftreten und 19 blieben komplikationslos.

Um zusätzliche Risikofaktoren herausfiltern zu können, wurden weitere Parameter des 1. Messtages untersucht. Dazu mussten die Parameter mit mehr als zwei Ausprägungsgraden zunächst ordinal skaliert werden. Für die Parameter der Kardio- und Bioimpedanzanalyse wurde dabei jeweils der gebräuchliche Normalbereich mit der Gruppe 1 beschriftet. Werte, die darunter lagen, wurden in die Gruppe 2 und Werte darüber in Gruppe 3 umkodiert. Für den Trail Making Test wurde als Norm der Bereich bis 60 Sekunden angesehen. Die folgenden Gruppen enthielten jeweils eine Spanne von 10 Sekunden. Bei den Laborparametern wurde jeweils der durch das Kliniklabor bestimmte Normalbereich als Gruppe 1 angesehen, Werte darunter wiederum als Gruppe 2 und größere Werte als Gruppe 3. Bestanden für Laborparameter geschlechtsabhängige Normalbereiche, so wurden diese Bereiche zusammengefügt und die neue Gruppe 1 erstreckte sich vom jeweiligen Minimum bis Maximum.

Die Tabellen 14 und 15 im Anhang zeigen alle präoperativ gemessenen Parameter, für die eine Risikoerhöhung von mindestens 1,3 ermittelt werden konnte. Als Referenz gilt jeweils die erste Zeile der Tabelle, in der die Referenzausprägung der Variable definiert ist. Für keinen Parameter konnten signifikante Chancenerhöhungen in der logistischen Regression ermittelt werden. Folgende Risikofaktoren innerhalb der Studienpopulation wurden in der univariaten binär-logistischen Regression deutlich:

Für Patienten mit mehr als 5 Packyears konnte ein 2,6-fach erhöhtes Risiko für postoperative Komplikationen ermittelt werden. Ähnlich zeigte sich die Risikoerhöhung für Patienten mit einer präoperativen Herzfrequenz von weniger als 60/min (OR = 2,1), einer Pulswellengeschwindigkeit von mehr als 6 m/sec (OR = 2,65) und einem Gesamtkörperwasseranteil von weniger als 50 Prozent (OR = 2,54).

Bei einem präoperativen Mageranteil von weniger als 75 Prozent zeigte sich ein 3,6-fach erhöhtes Risiko für postoperative Komplikationen. Aufgrund eines Signifikanzwertes von  $p = 0,054$  lässt sich diesem Ergebnis eine deutliche Tendenz zurechnen. Außerdem zeigte sich eine Chancenerhöhung um das 6,3-

Fache bei einem Mageranteil von mehr als 85 Prozent ( $p = 0,131$ ). Im Gegenzug zeigt auch eine präoperative Erhöhung des Fettanteils eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für postoperative Komplikationen. Für Patienten mit einem Fettanteil von mehr als 25 Prozent wurde ein 3,3-fach erhöhtes Risiko für einen komplikativen Verlauf ermittelt. Ein Signifikanzwert von  $p = 0,077$  deutet hier ebenfalls auf eine Tendenz zur statistischen Signifikanz hin. Auch der Mangel an Fettreserven scheint Einfluss auf das Auftreten postoperativer Komplikationen zu haben. Patienten mit einem präoperativen Fettanteil von weniger als 15 Prozent hatten ein 2,9-fach erhöhtes Risiko später Komplikationen zu erfahren.

Eine auffällig große Chancenerhöhung zeigte sich in der Studienpopulation für einen präoperativ zu niedrigen Kardialen Index. Für Patienten mit einem Kardialen Index von weniger als  $2,5 \text{ L/min/m}^2$  konnte eine 4,3-fach erhöhte Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von postoperativen Komplikationen gegenüber Patienten mit einem höheren Kardialen Index berechnet werden. Diese Wahrscheinlichkeit zeigte sich bei  $p = 0,089$  ebenfalls tendenziell signifikant.

Im Zuge der Analyse der Laborparameter konnten keine signifikanten Odds Ratio ermittelt werden. Risikoerhöhungen zwischen 2,4 und 2,8 für postoperative Komplikationen zeigten sich für Patienten mit einem präoperativen HbA1c-Anteil von  $\geq 6,1$  Prozent, einer Harnstoffkonzentration von mehr als  $7,2 \text{ mmol/L}$ , einer Kreatininkonzentration von  $\geq 84 \text{ }\mu\text{mol/L}$  oder einer Fibrinogenkonzentration von mehr als  $3,5 \text{ g/L}$ . Patienten mit einer Gesamteiweißkonzentration von weniger als  $66 \text{ g/L}$  hatten ein 1,5-fach erhöhtes Risiko für postoperative Komplikationen.

Da mithilfe der univariaten logistischen Regression keine signifikanten Ergebnisse erzielt werden konnten, ist eine multiple logistische Regression nicht durchführbar. Im Rahmen weiterführender Studien kann mit einer einhergehenden Fallzahlerhöhung die Untersuchung der mit einem Trend aufgefallenen Ergebnisse empfohlen werden, um deren wissenschaftliche Bedeutung statistisch zu erweitern.

## 4. Diskussion

### 4.1 Einführung/Bedeutung

In der vorliegenden prospektiven, monozentrischen, klinischen Beobachtungsstudie wurden teilweise neue Möglichkeiten der präoperativen Risikostratifizierung bei geriatrischen Patienten ab einem Alter von 65 Jahren untersucht. Ziel war es, anhand vorwiegend nicht-invasiver und einfacher Untersuchungsmethoden die Wahrscheinlichkeit des Auftretens perioperativer Komplikationen im Verlauf kleiner chirurgischer Eingriffe (sog. Minor Surgery) zu beurteilen.

Im Zuge des demografischen Wandels und der besseren physischen Voraussetzungen des alten Menschen – auch aufgrund wachsender medizinischer Möglichkeiten – gewinnt eine solche konsequente, umfassende und ganzheitliche Betrachtung des geriatrischen Patienten zur Risikoevaluation und Entscheidungsfindung mehr und mehr an Bedeutung [70]. In der Fachliteratur wird hier mehrfach von „preoperative geriatric assessment“ gesprochen [31; 70; 72; 73], welches aber bisher noch keinem einheitlichen Maßstab folgt.

In dieser Studie konnten einige Parameter herausgefiltert werden, die die Wahrscheinlichkeit für ein schlechteres Outcome des älteren Patienten erhöhen. Im Folgenden sollen diese, den einzelnen Untersuchungsabschnitten zugeordnet, diskutiert werden.

### 4.2 Basisdokumentation

Das durchschnittliche Alter der Studienpopulation betrug 74,4 Jahre zum Zeitpunkt der Operation. Die häufigsten untersuchten Operationen waren bei männlichen Patienten die Herniotomie (44,9 Prozent) und bei weiblichen die Cholezystektomie (34,7 Prozent). Auch in der Studie von Leung und Dzankic waren allgemein chirurgische Eingriffe mit insgesamt 24 Prozent die häufigsten [56]. Als häufigste Vorerkrankung zeigte sich der arterielle Hypertonus bei 73,5 Prozent der

eingeschlossenen Patienten. Ähnlich hohe Prävalenzen fanden auch Chung et al. (47,5 Prozent [24]) und Leung und Dzankic (58,1 Prozent [56]). Obwohl in letzteren Studien die Häufigkeit des Bluthochdrucks deutlich niedriger war, als in der vorliegenden, war er in jedem Fall die häufigste Vorerkrankung der untersuchten Studienpatienten.

Die durchgeführte univariate binär-logistische Regression konnte aufzeigen, dass das Vorkommen von mehr als einer chronischen Vorerkrankung das Risiko bis 30 Tage postoperativ Komplikationen zu erleiden um das 1,8-fache erhöhte. In einer früheren Studie war ebenfalls ein relatives Risiko von  $RR = 1,8$  (95 % KI: 1,1-2,9) für postoperative Komplikationen bei Vorhandensein von einer oder mehr Vorerkrankungen berechnet worden [3].

Das weibliche Geschlecht stellte sich als Risikofaktor heraus. So konnte nach Berechnung der Chancenverhältnisse eine 1,9-fach erhöhte Chance für Frauen ermittelt werden, innerhalb von 30 Tagen nach der Operation Komplikationen zu erfahren. In mehreren anderen Studien zeigte sich hingegen das männliche Geschlecht als Risikofaktor für postoperative Komplikationen [3; 24; 59]. Bei Chung et al. [24] war die Komplikationsrate für Frauen um das 0,36-fache niedriger als bei den Männern. Machado et al. [59] konnten auch das männliche Geschlecht als Risikofaktor herausstellen ( $OR = 2,26$ ; 95 % KI: 1,08-4,72), wobei hier weniger die Komplikationen sondern mehr die postoperative Mortalität nach nicht-kardialer Chirurgie betrachtet wurde. Barbosa-Silva et al. [3] konnten 2005 ein Odds Ratio von  $OR = 2,6$  (95 % KI: 1,1-6,2) für postoperative Komplikationen bei Männern errechnen. Hier glich das Spektrum der Operationen weitgehend dem der vorliegenden Studie (gastrointestinal, 55,6 % Cholezystektomien).

Die Inzidenz mindestens einer Komplikation betrug 58,7 Prozent in der ausgewählten Studienpopulation. Barbosa-Silva et al. [3] fanden bei ähnlichem Operationsspektrum für Patienten über 60 Jahre eine niedrigere Häufigkeit (41,3 Prozent) an postoperativen Komplikationen. Zum Vergleich waren es bei Leung und Dzankic mit 21 Prozent [56] und bei Story et al. [95] mit 20 Prozent deutlich weniger, und das obwohl hier ein wesentlich größeres Spektrum an Operationen

eingeschlossen wurde. Einschlusskriterium war lediglich „non-cardiac surgery“, was auch Notfall-OPs beinhaltet. Ursache für diesen großen prozentualen Unterschied könnte sein, dass bei Leung und Dzankic „Wundheilungsstörungen“ nicht explizit als mögliche Komplikationen beschrieben sind, und diese machen in der hier vorliegenden Studie mit 44,4 Prozent die häufigsten aller Komplikationen aus. Die unterschiedliche Definition von Komplikationen scheint eine Ursache für abweichende Häufigkeiten zu sein.

Auch Turrentine et al. [100] fanden die Komplikation „Wundheilungsstörungen“ in ihrem Patientengut am häufigsten. Sie konnten sogar bereits den Raucherstatus bei einem OR von 1,3 (95 % KI: 1,01-1,8;  $p = 0,0419$ ) als einen wichtigen Risikofaktor für diese Komplikation herausstellen. Mithilfe der für die Studie angewandten univariaten binär-logistischen Regression konnte diese erhöhte Chance als Raucher postoperative Komplikationen zu erfahren mit OR = 2,6 (95 % KI: 0,58-11,69;  $p = 0,213$ ) bestätigt werden. Den Zusammenhang zwischen Raucherstatus und postoperativen Komplikationen haben 2014 dänische Autoren anhand einer Metaanalyse aus 107 publizierten Studien betrachtet [42]. Die größte Risikoerhöhung bei präoperativ rauchenden Patienten fand sich hier für Wundkomplikationen (RR = 2,15; 95% KI: 1,87-2,49), pulmonale Komplikationen (RR = 1,73; 95% KI: 1,35-2,23), Verlegung auf eine Intensivstation (RR = 1,60; 95% KI: 1,14-2,25), allgemeine Infektionen (RR = 1,54; 95% KI: 1,32-1,79) und generelle Morbidität (RR = 1,52; 95% KI: 1,33-1,74). Die Art des operativen Eingriffs stellte sich hierbei allerdings nicht als abhängiger Faktor heraus, sodass die Ergebnisse der vorliegenden Studie die der genannten Metaanalyse bestätigen.

### **4.3 Kardioimpedanzanalyse**

Im Verlauf zeigte sich ein signifikanter perioperativer Blutdruckabfall. Deutlich sichtbar sank der mittlere arterielle Blutdruck mit jedem Messtag. In einer Studie von Perko et al. an herzchirurgischen Patienten gestalteten sich diese Blutdruckveränderungen anders [74]. Hier kam es nach einem kurzen Abfall des

MAD am OP-Tag zu einem Wiederanstieg bis zum ersten postoperativen Tag. Dieser blieb bei den hier untersuchten, nicht herzchirurgischen Patienten aus.

Eine im Allgemeinen mögliche Ursache für den perioperativen Blutdruckabfall könnte die gebräuchliche Narkoseeinleitung mit dem Hypnotikum Propofol sein. Phillips et al. konnten in einer Beobachtungsstudie aus dem Jahre 2015 aufzeigen, dass geriatrische Patienten ab 65 Jahre oft mehr als die empfohlene Einleitungs-dosis von Propofol erhalten und damit häufiger an Propofol-induzierter, anhaltender Hypotension leiden [75]. Die Autoren stellten aber auch heraus, dass sich hieraus kein Zusammenhang zur 30-Tage-Mortalität ergab.

Zu bemerken ist an den vorliegenden Ergebnissen, dass der Blutdruck durchschnittlich nicht unter Normotension gesunken ist. Desweiteren unterschieden sich die Blutdruckwerte und das Ausmaß des Abfalls zwischen den beiden Patientengruppen nur geringfügig, sodass sich hier auch kein Hinweis auf einen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit für postoperative Komplikationen finden lässt.

Anders zeigte es sich für den Parameter Pulswellengeschwindigkeit. Diese änderte sich perioperativ stärker bei den Patienten mit späteren Komplikationen. Für eine erhöhte PWV ( $> 6$  m/s) konnte eine 2,7-fach erhöhte Wahrscheinlichkeit für Komplikationen berechnet werden. Pulswellengeschwindigkeiten über 6 m/s sprechen für eine verminderte Elastizität der großen, herznahen Gefäße, die häufig als Arteriosklerose in Erscheinung tritt. Eine verbreitete Ursache für Arteriosklerose ist anhaltender Bluthochdruck [13; 57], welcher unter den hier betrachteten Studienpatienten die häufigste Vorerkrankung darstellte. Ein Zusammenhang zwischen einer erhöhten präoperativen Pulswellengeschwindigkeit und vermehrten postoperativen Morbidität liegt dementsprechend nahe.

Die durchschnittlichen perioperativen Veränderungen des Kardialen Index stellten sich im Gegensatz zu denen bei herzchirurgischen Patienten – signifikanter Abfall am OP-Tag von 3,1 auf 2,4 L/min/m<sup>2</sup> – nur minimal dar [74], sodass davon

ausgegangen werden kann, dass eine einmalige präoperative Messung des Kardialen Index zur Risikoevaluation bei Minor Surgery-Patienten ausreichend ist.

Für einen präoperativ zu niedrigen Kardialen Index von  $< 2,5 \text{ L/min/m}^2$  stellte sich eine Risikoerhöhung für Komplikationen um das 4,3-fache bei  $p = 0,089$  heraus. Für die vorliegende Studienpopulation kann daher angenommen werden, dass allgemeinchirurgische Patienten mit einer verminderten Herzleistung ein erhöhtes postoperatives Komplikationsrisiko aufweisen. Dies entspricht der allgemeinen medizinischen Auffassung. Neu innerhalb dieser Studie konnte aufgezeigt werden, dass die präoperative Beurteilung der Herzleistung auch durch ein einfaches, nicht-invasives Verfahren möglich ist.

Da die Messung des Kardialen Index äußerst selten zur präoperativen Risikoermittlung bei allgemeinchirurgischen Eingriffen angewandt wird, gestaltet sich der weitere Vergleich mit diesbezüglichen Studien als schwierig. Auch nach ausführlicher Literaturrecherche konnten keine weiteren Veröffentlichungen zum Zusammenhang Kardialer Index und postoperatives Outcome gefunden werden.

#### **4.4 Bioelektrische Impedanzanalyse**

Bei der Messung der bioelektrischen Impedanz wurden mehrere diskussionswürdige Daten erhoben. Die Patienten ohne Komplikationen zeigten mit 57 Prozent am präoperativen Tag einen durchschnittlich höheren Anteil an Körperwasser, als die Patienten mit späteren Komplikationen (präoperativ 53 Prozent). In der logistischen Regression konnte für die Patienten mit einem Ausgangswert des Gesamtkörperwassers von weniger als 50 Prozent ein 2,5-fach erhöhtes Risiko für postoperative Komplikationen errechnet werden.

Für einen präoperativen Fettanteil von mehr als 25 Prozent konnte in der logistischen Regression ein erhöhtes Risiko für Komplikationen bei  $OR = 3,3$  ( $p = 0,077$ ) ermittelt werden. Patienten mit einem Fettanteil unter 15 Prozent hatten ein 2,9-fach erhöhtes Risiko für postoperative Komplikationen.

Der Mageranteil der Patienten mit späteren Komplikationen lag am präoperativen Messtag um etwa 3 Prozentpunkte geringer als der der später komplikationsfreien

(72 vs. 75 Prozent). Ein Anteil an Magermasse von weniger als 75 Prozent konnte als Risikofaktor für Komplikationen herausgestellt werden. Die Chance für Komplikationen betrug hierbei im Vergleich zu Patienten mit normalem Mageranteil 3,6:1. Mit  $p = 0,054$  war fast das Signifikanzniveau erreicht, sodass hier von einer deutlichen Tendenz gesprochen werden kann. Für einen präoperativen Mageranteil von mehr als 85 Prozent konnte ein Odds Ratio von  $OR = 6,3$  ( $p = 0,131$ ) berechnet werden. Ein erhöhter Mageranteil kann grundsätzlich durch das Fehlen von Fettreserven sowie durch einen niedrigen Körperwasseranteil bedingt sein. Beide Varianten konnten in dieser Untersuchung als Risikofaktoren für postoperative Komplikationen identifiziert werden.

In der Literatur wurde der Zusammenhang von Mager-/Fettanteil sowie Gesamtkörperwasser und dem Auftreten von postoperativen Komplikationen bisher nicht gesondert betrachtet. Somit stehen hier keine Ergebnisse zum Vergleich zur Verfügung. Die getrennte Betrachtung der Patienten mit und ohne spätere Komplikationen zeigt lediglich, dass die Patienten in bioimpedanzanalytisch gemessen schlechterem Ernährungszustand (weniger Gesamtkörperwasser, zu geringer oder erhöhter Mageranteil/Fettanteil) ein erhöhtes Risiko für Komplikationen haben. Diese These bedarf weiterer statistischer Abklärung, auch im Hinblick auf eine mögliche Etablierung der Bioimpedanzanalyse in die präoperative Erhebung des Ernährungszustandes geriatrischer Patienten. Zumindest der Hydratationszustand des präoperativen Patienten könnte relativ kurzfristig durch einfache Maßnahmen, wie z.B. Anhalten zu vermehrter Wasserzufuhr, verbessert werden und damit zu einem besseren Outcome führen. Dehydratation und Hyperhydratation bewegen sich bei geriatrischen Patienten aufgrund der veränderten Zell- und Körperzusammensetzung auf einem schmalen Grad. Die Mehrheit der hospitalisierten und nicht-hospitalisierten Patienten weist jedoch eine chronische Dehydratation auf [36].

Für den Phasenwinkel konnten in dieser Untersuchung im Verlauf nur geringe Veränderungen erhoben werden. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass der

Parameter Phasenwinkel weniger als Marker für kurzfristige Veränderungen geeignet ist, sondern eher als langfristiger Marker der Ernährungssituation und Zusammensetzung des Körpers gesehen werden sollte.

Wesentlich interessanter ist die Betrachtung der präoperativen Werte in Abhängigkeit vom Auftreten späterer Komplikationen. In der Studie hatten die später komplikationsfreien Patienten einen Phasenwinkel von  $6 \pm 2,1^\circ$ . Der Phasenwinkel der Patienten mit Komplikationsauftreten betrug präoperativ lediglich  $5,5 \pm 1,4^\circ$ . Barbosa-Silva et al. konnten 2005 eine wichtige Rolle des Phasenwinkels als signifikanter prognostischer Faktor für Komplikationen herausstellen [3]. In einer anderen Studie zeigte sich der Phasenwinkel sogar sensibler zur Anzeige eines erhöhten Ernährungsrisikos bei Patienten > 70 Jahre als bei jüngeren Probanden [90]. Die hier verwendete Grenze von  $6^\circ$  zwischen normal- und fehlernährten Patienten zeigte deutliche Unterschiede in der Häufigkeit von Komplikationen. Innerhalb der durchgeführten Studie konnte aber keine erhöhte Chance für Komplikationen bei  $PA < 6^\circ$  mithilfe des Odds Ratio ermittelt werden.

Wirth et al. gelang es 2010 den Phasenwinkel weiterführend als signifikanten prognostischen Faktor zur Beurteilung der Krankenhausmortalität geriatrischer Patienten herauszustellen [105]. Hier zeigten die überlebenden Patienten einen durchschnittlichen Phasenwinkel von  $4,2 \pm 1,1^\circ$ . Patienten mit einem Phasenwinkel zwischen  $4,0^\circ$  und  $6,4^\circ$  wiesen die geringste Mortalität auf (3-6 Prozent). Die Patienten in der vorliegenden Studie hatten präoperativ einen Phasenwinkel von  $5,7 \pm 1,7^\circ$  bei einer Mortalität von 0. Dies zeigt, dass die mithilfe des Phasenwinkels quantifizierte Ernährungssituation und Körperkonstitution der untersuchten Patienten besser war und die Mortalität dadurch gut vorhergesagt werden konnte. Norman et al. ermittelten 2007 auch in Pflegeheimen signifikante Korrelationen zwischen dem Phasenwinkel und dem erhobenen Mini Nutritional Assessment (MNA), dem Barthel-Index und der Handgriff- bzw. Kniestreckungskraft [67]: je schlechter die MNA-Klassifikation, der Barthel-Index und die Muskelkraft, desto niedriger war der Phasenwinkel. Die Korrelation

zwischen Mini Nutritional Assessment und einem niedrigeren Phasenwinkel konnte auch für in eigener Häuslichkeit lebende Senioren (70-99 Jahre) aufgezeigt werden [19]. Problematisch ist die Festlegung eines „Normalbereichs“ des Phasenwinkels, der durch hohe Sensitivität und Spezifität gekennzeichnet ist. In einer Studie von Gupta et al. [43] wurde die Assoziation zwischen dem Subjective Global Assessment (SGA) und dem objektiv ermittelten Phasenwinkel untersucht. Die vom SGA als gut genährt ermittelten Patienten hatten einen Phasenwinkel von durchschnittlich  $6,12^\circ$ , die subjektiv als schlecht-genährt klassifizierten Patienten hatten dagegen einen durchschnittlichen Phasenwinkel von  $5,18^\circ$ , der signifikant niedriger war. Für eine Untergrenze des Phasenwinkels von  $5,2^\circ$  konnte eine Sensitivität von 51,7 Prozent und eine Spezifität von 79,5 Prozent ermittelt werden. Ein Phasenwinkel von  $6,0^\circ$  zeigte dagegen mit 82,8 Prozent zwar eine höhere Sensitivität, konnte aber mit einer Spezifität von 54,5 Prozent weniger überzeugen. Auch Barbosa-Silva et al. gelang es nicht einen verlässlicheren Grenzwert zu definieren [4]. Hier zeigt sich ein grundlegendes Problem der Festlegung des normalen bzw. grenzwertigen Phasenwinkel. Dadurch wird der Vergleich verschiedener Patienten zur standardisierten präoperativen Risikoevaluation erschwert. Ursächlich hierfür könnten neben verschiedenen Patientengruppen und Erkrankungen auch unterschiedliche Messverfahren und Geräte sein [18].

#### **4.5 Trail Making Test**

In dieser Studie wurde der Trail Making Test als kognitiver Funktionstest verwendet. Es zeigte sich, dass die Patienten am Operationstag im Durchschnitt deutlich mehr Zeit benötigten als am prä- und postoperativen Messtag. Erstaunlicherweise zeigten sich am ersten postoperativen Tag bessere Ergebnisse als bei der Messung am präoperativen Tag. Eine mögliche Erklärung für diesen Sachverhalt könnte ein Lerneffekt sein, d.h. dass Prinzip und Ablauf des Tests verinnerlicht wurden, und deshalb bei den Folgemessungen bessere Ergebnisse erzielt wurden, als bei der Erstmessung.

Dieses Muster zeigte sich bei beiden Patientengruppen. Auffällig war, dass die Patienten mit späteren Komplikationen zu jedem Zeitpunkt bessere Werte erzielten, als die ohne Komplikationen. Da die Unterschiede nur wenige Sekunden ausmachen und kein Signifikanzniveau erreichten, ist eine Zufälligkeit dieser Ergebnisse eher wahrscheinlich. Es lässt sich zusammenfassen, dass der Trail-Making-Test zum präoperativen Risikoassessment für elektive chirurgische Patienten mit „Minor Surgery“-Eingriffen nur bedingt geeignet ist.

Dass kognitive Funktionsstörungen aber bei Patienten über 65 Jahren Auswirkungen auf das postoperative Outcome haben, konnte in mehreren Studien nachgewiesen werden [39; 83–85; 95]. Größtenteils wurde hier zur Quantifizierung der Kognition der Mini-Cog-Test verwendet. Dieser stellt eine Screening-Methode mit hoher Sensitivität und Spezifität zur Detektion von kognitiver Schwäche und Demenzerkrankungen dar [15]. Der Mini-Cog-Test nutzt zwei Elemente: eine Kurzzeitgedächtnisabfrage für drei nicht zusammenhängende Begriffe und das Zeichnen einer Uhr. Dabei gilt der Test als pathologisch, wenn die drei Begriffe nicht erinnerlich sind oder nur ein bis zwei Begriffe benannt werden können, aber die Uhr abnormal gezeichnet wurde. Es werden 1-5 Punkte vergeben. Robinson et al. zählten alle Patienten mit  $\leq 3$  Punkten zur Gruppe der kognitiv eingeschränkten Patienten [85]. Dabei konnte gezeigt werden, dass signifikant mehr Patienten mit ermittelter kognitiver Dysfunktion an mindestens einer Komplikation erkrankten. Es konnte ein Risikoerhöhung von  $OR = 2,4$  (95 % KI: 1,19-4,87;  $p = 0,015$ ) für diese Patienten berechnet werden. Schon 2009 konnten Robinson et al. an einer Studienpopulation, die sich Eingriffen der „Major Surgery“ unterzog, eine erhöhte Wahrscheinlichkeit innerhalb der ersten sechs Monate nach der Operation zu versterben für Patienten mit einem Mini-Cog-Testergebnis von  $\leq 3$  ermitteln ( $OR = 4,15$ ; 95 % KI: 1,25-13,85;  $p = 0,0205$ ) [83]. Im Gegensatz zu den Patienten der hier vorliegenden Studie untersuchte Robinson allerdings stets Patienten mit bevorstehenden größeren Operationen, wie kolorektalen und kardialen Operationen, die oft auch geplant postoperativ auf die Intensivstation verlegt wurden. Diese Operationen waren bei den hier untersuchten Patienten von vornherein ausgeschlossen.

## 4.6 Laborparameter

### 4.6.1 Fibrinogen und CRP

Die Fibrinogenkonzentration zeigte sich für die Patienten mit Komplikationen am Operationstag signifikant höher als die der komplikationsfreien Patienten (3,3 vs. 2,8 g/L). Innerhalb der univariaten logistischen Regression konnte eine präoperative Fibrinogenkonzentration von  $> 3,5$  g/L als Risikofaktor für postoperative Komplikationen ermittelt werden (OR = 2,79; 95% KI: 0,62-12,6;  $p = 0,183$ ).

Erhöhte Fibrinogenkonzentrationen können auf verschiedene Störungen hinweisen. Sie entstehen, da das Fibrinogen im menschlichen Blut auch als Akute-Phase-Protein fungiert. So weist eine erhöhte Fibrinogenkonzentration auf Entzündungen hin, z.B. ausgelöst durch tumoröse Prozesse, Infektionen, Nephropathien, Verbrennungen und chronisch-entzündliche Prozesse, wie beispielsweise akute Rheuma-Schübe [7]. Auch bei Rauchern werden erhöhte Werte beobachtet [26]. Rauchen konnte wie die erhöhte Fibrinogenkonzentration innerhalb der vorliegenden Studie als Risikofaktor für postoperative Komplikationen herausgestellt werden.

Auch die CRP-Konzentration war bei den Patienten mit späteren Komplikationen höher als bei den komplikationsfreien Patienten. Patienten mit späteren Komplikationen zeigten bereits präoperativ eine CRP-Konzentration außerhalb des vom Labor festgelegten Referenzbereiches (CRP-1 =  $4,9 \pm 5,8$  mg/L), die täglich zunahm. Die präoperative CRP-Konzentration der Patienten ohne spätere Komplikationen lag mit  $2,3 \pm 2,1$  mg/L innerhalb des Referenzbereiches. Hier zeigte sich das CRP als Marker einer allgemeinen Entzündungsreaktion, welcher bei den Patienten mit Komplikationen von Beginn an höher lag, als bei komplikationsfreien Patienten [25]. Durch logistische Regression konnte für ein erhöhtes präoperatives CRP eine 1,8-fach erhöhte Wahrscheinlichkeit für postoperative Komplikationen errechnet werden ( $p = 0,359$ ).

#### 4.6.2 Kreatinin und Harnstoff

Die Nierenfunktionsparameter Kreatinin und Harnstoff waren signifikant unterschiedlich zwischen den Patientengruppen.

Die Kreatininkonzentration war bei den Patienten mit komplikationsbehaftetem Verlauf mit 92,3  $\mu\text{mol/L}$  am ersten postoperativen Tag deutlich höher als in der anderen Patientengruppe (77,7  $\mu\text{mol/L}$ ). Durch logistische Regression konnte eine präoperative Kreatininkonzentration von  $\geq 84 \mu\text{mol/L}$  als Risiko für das Auftreten von postoperativen Komplikationen ermittelt werden. Die Wahrscheinlichkeit für Komplikationen erhöhte sich um den Faktor 2,75 ( $p = 0,146$ ).

Die Harnstoffkonzentration lag bei den Patienten mit späteren Komplikationen am dritten Messtag mit 7,9 mmol/L geringfügig oberhalb des Normbereichs. Die Patienten ohne postoperative Komplikationen wiesen an diesem Messtag hingegen eine normale Harnstoffkonzentration von 6,5 mmol/L auf. Es konnte aufgezeigt werden, dass eine präoperativ erhöhte Harnstoffkonzentration ( $> 7,2 \text{ mmol/L}$ ) das Risiko für postoperative Komplikationen um den Faktor 2,47 ( $p = 0,311$ ) erhöht.

Sowohl Kreatinin als auch Harnstoff zählen zu den Nierenretentionsparametern, die Auskunft über die Nierenfunktion des Patienten geben. Bereits präoperativ erhöhte Werte können postoperativ zu Nierenfunktionsstörungen, akuter Niereninsuffizienz oder Dialysepflichtigkeit führen. Diesen Zusammenhang konnten mehrere Autoren anhand von Studien zu Lebertransplantationen und postoperativer Niereninsuffizienz herausarbeiten [6; 20; 104]. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie belegen, dass auch bei „Minor Surgery“-Eingriffen bei geriatrischen Patienten präoperativ erhöhte Nierenfunktionswerte mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit für postoperative Komplikationen einhergehen.

#### 4.6.3 Gesamteiweiß und Albumin

Im direkten Vergleich der Proteinkonzentrationen an den einzelnen Tagen zeigten sich zwischen den beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede. Durch logistische Regression konnte für eine präoperative Konzentration des

Gesamteiweiß von weniger als 66 g/L eine 1,5-fach erhöhte Wahrscheinlichkeit für spätere Komplikationen ermittelt werden ( $p = 0,498$ ). In anderen veröffentlichten Studien wurde der perioperative Verlauf der Albuminkonzentration untersucht. Es konnte an verschiedenen Patientengruppen mit unterschiedlichem Operationsspektrum eine Erhöhung der postoperativen Morbidität und Mortalität bei erniedrigter Albuminkonzentration im Serum nachgewiesen werden [28; 45; 80]. Story et al. fanden bei einer Studienpopulation von 1100 chirurgischen Patienten mit mindestens 70 Jahren ein 2,5-fach erhöhtes Mortalitätsrisiko für eine präoperative Albuminkonzentration von weniger als 30 g/L (OR = 2,5; 95 % KI: 1,8-3,5;  $p < 0,001$ ) [95]. Robinson et al. ermittelten bei einer Albuminkonzentration von präoperativ  $\leq 33$  g/L ein Mortalitätsrisiko für chirurgische Patienten  $\geq 65$  Jahren von OR = 8,63 (95 % KI: 2,54-29,31,  $p = 0,0006$ ) [83]. In der letzteren Studie handelt es sich aber um Patienten aus dem Bereich der „Major Surgery“, die alle geplant postoperativ auf die Intensivstation verlegt wurden.

Dennoch wird die Wertigkeit des Parameters Albumin sowohl für die Beurteilung des Ernährungszustandes eines Patienten als auch zur Abschätzung von Morbidität und Mortalität kontrovers diskutiert [38].

## 4.7 Grenzen und Probleme

### 4.7.1 Datenerhebung und deren Vergleichbarkeit

Die Anzahl der untersuchten Patienten war postoperativ niedriger als präoperativ. Ursache hierfür sind die im Rahmen der „kleinen Chirurgie“ teilweise verkürzten Krankenhausaufenthalte mit vorzeitigen Entlassungen. Einige Patienten konnten daher am dritten Untersuchungstag nicht untersucht werden, da sie bereits das Klinikum verlassen hatten. Daher wurde sich bei der Berechnung der Chancenverhältnisse auch nur auf die Ergebnisse vom präoperativen Tag beschränkt.

Die Vergleichbarkeit des Parameters Phasenwinkel zwischen verschiedenen Studien zeigte sich aufgrund nicht einheitlich festgelegter Referenzbereiche und unterschiedlicher Geräte als schwierig. Zwar untersuchten mehrere Autoren den

Phasenwinkel im Zusammenhang mit der Beurteilbarkeit des Ernährungszustandes von älteren Patienten und konnten ihn auch als prognostischen Faktor ermitteln, jedoch wurden jedes Mal andere Grenzwerte verwendet [18].

#### 4.7.2 Grenzen der präoperativen Risikostratifizierung

In der Diskussion um eine einheitliche präoperative Risikoerhebung von geriatrischen Patienten kommen mehrere Autoren zu dem Schluss, dass eine Verallgemeinerung weder möglich noch nötig ist [22; 61; 107]. Auch das Kosten-Nutzen-Verhältnis spielt hier eine große Rolle [47; 94]. Vielmehr sollten präoperative Screening-Untersuchungen und diagnostische Tests individuell ausgewählt werden.

Weiteren Einfluss auf die Wahl der präoperativen Untersuchungen sollten die Zumutbarkeit für den Patienten und die Relevanz von Untersuchungsergebnissen für das Outcome haben [31; 107]. Präoperativ erhöhter Stress aufgrund umfangreicher, auch invasiver diagnostischer Verfahren beim geriatrischen Patienten optimiert die allgemeine körperliche Verfassung für eine anstehende Operation inklusive eventueller Vollnarkose nicht.

Chow et al. sind in ihren Untersuchungen auch auf diagnostische Verfahren wie Röntgen-Thorax, Elektrokardiografie und Lungenfunktionstests eingegangen [22]. Diese haben in der vorliegenden Studie keine Rücksichtnahme gefunden. Bei an Lunge und Herz vorerkrankten Patienten sollten diese Untersuchungen aber präoperativ in Erwägung gezogen werden.

### **4.8 Ausblick**

Die Evaluierung eines Risikofaktors vor einer Operation ist nur dann interessant, wenn dieser in angemessener Zeit zum Besseren verändert werden kann, um das Risiko für postoperative Komplikationen zu verringern. Hier sollte auch immer die Dringlichkeit des chirurgischen Eingriffs mit betrachtet werden. Auf Grundlage dieser Überlegungen kann ein Vorschlag formuliert werden, welche der

durchgeführten Untersuchungen klinische Relevanz für geriatrische Patienten in der präoperativen Phase haben und dementsprechend empfohlen werden können.

Der Raucherstatus des geriatrischen Patienten hat sich als ein wichtiger Risikofaktor für postoperative Komplikationen herausgestellt. Zumindest bei längerfristig planbaren, elektiven Operationen könnte das Aufklären des Patienten über postoperative Folgen und das Anhalten zum Rauchverzicht schon nach wenigen Wochen zu einem wesentlich besseren Outcome des Patienten führen [102]. Waurick und Van Aken konnten aufzeigen, dass sich das Risiko für Wundheilungsstörungen schon nach 2-wöchiger Nikotinabstinenz verringert und das für pulmonale Komplikationen nach vier Wochen. Schon eine 12 bis 48-stündige Nikotinabstinenz führe zu einer geringeren Häufigkeit kardialer Ischämien [102]. Hier zeigt sich also die große Notwendigkeit der Erhebung einer Raucheranamnese und die Bedeutung einer gründlichen Aufklärung des Patienten über dadurch bedingte postoperative Komplikationen. Bei guter Patientencompliance könnte man damit elektive Eingriffe um 14 Tage verschieben, um durch Rauchkarenz zumindest das Risiko für kardiale Komplikationen und für Wundheilungsstörungen signifikant zu verringern.

Für einen präoperativen Kardialen Index von weniger als  $2,5 \text{ L/min/m}^2$  wurde ein 4,25-fach erhöhtes Risiko für postoperative Komplikationen ermittelt ( $p = 0,089$ ). Nun ist die Messung des Kardialen Index bis dato zumeist nur den Intensivstationen über invasive Maßnahmen wie z.B. PiCCO („Pulse Contour Cardiac Output“) vorbehalten. Da nur einzelne Krankenhäuser über die nötige Hardware zur nicht-invasiven Messung der Kardioimpedanz (z.B. CardioScreen, medis. GmbH) verfügen, gestaltet sich die präoperative Messung des Herzindex schwierig umsetzbar. Eine Bedeutung zur Risikoevaluation ist ihr aber zuzurechnen, sodass zumindest bei Vorhandensein der technischen Möglichkeiten die Messung empfohlen werden kann, insbesondere bei kardial auffälligen Patienten. Als Konsequenz der Messung könnte die Herzmedikation des Patienten präoperativ dementsprechend angepasst werden, um die Herzleistung zu verbessern. Andernfalls könnte das Wissen um einen zu niedrigen

Herzindex das intra- und postoperative kardiale Monitoring und eine entsprechende Medikamentengabe zugunsten eines besseren Outcomes beeinflussen.

Ein erniedrigter Herzindex kann auch Ausdruck einer Hypovolämie sein [74], die u.a. durch einen weiteren ermittelten Risikofaktor begründet sein kann: den niedrigen Hydratationszustand des geriatrischen Patienten. Für einen Gesamtkörperwasseranteil von weniger als 50 Prozent konnte ein 2,5-fach erhöhtes Risiko für postoperative Komplikationen ermittelt werden. Auch der Hydratationszustand kann – wie das Rauchverhalten – bei guter Patientencompliance und ausführlicher Aufklärung innerhalb weniger Wochen oder gar Tage durch Anhalten zum Trinken von täglich mindestens 1,5 Liter Wasser verbessert werden [35]. Um eine Dehydratation festzustellen, ist dabei aber nicht zwingend eine bioelektrische Impedanzmessung nötig. Exsikkosezeichen wie stehende Hautfalten, trockene Schleimhäute, Oligurie oder Hypotonie können mit geringem Aufwand untersucht und gedeutet werden.

Der bioimpedanzanalytisch gemessene Mager- und Fettanteil der Patienten korrelierte mit dem Auftreten von postoperativen Komplikationen. Für kachektische Patienten zeigte sich eine 6,3-fach (Mageranteil mehr als 85 Prozent,  $p = 0,131$ ) bzw. 2,9-fach (Fettanteil unter 15 Prozent,  $p = 0,292$ ) erhöhte Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Komplikationen im Vergleich zu Patienten mit normwertigem Mager- bzw. Fettanteil. Entsprechend war bei übergewichtigen bzw. adipösen Patienten mit einem Mageranteil unter 75 Prozent und einem Fettanteil über 25 Prozent die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Komplikationen um den Faktor 3,6 ( $p = 0,054$ ) bzw. 3,3 ( $p = 0,077$ ) erhöht. Da diese Ergebnisse nahezu Signifikanzniveau erreichten, scheint die bioimpedanzanalytische Messung der Körperzusammensetzung zumindest eine tendenzielle Aussage über das Auftreten postoperativer Komplikationen zu ermöglichen. Ob für die Bestimmung des Ernährungszustandes des geriatrischen Patienten allerdings eine apparative Messung erforderlich ist, bleibt fraglich. Der erfahrene Untersucher kann auch an der äußeren Körperkonstitution und Zeichen für Kachexie oder Adipositas den

Körperfett- und Mageranteil abschätzen. Hinzu kommt, dass eine Veränderung der Körperzusammensetzung meist nicht innerhalb weniger Wochen der Ernährungsumstellung möglich ist. Es gestaltet sich schwer, diesen Risikofaktor präoperativ dahingehend zu verbessern, dass das Auftreten postoperativer Komplikationen unwahrscheinlicher wird.

Letztlich fanden sich auch für einzelne Laborparameter Korrelationen zum Auftreten von postoperativen Komplikationen bei geriatrischen Patienten. Im Allgemeinen lässt sich die Empfehlung für eine mehrere Tage vor der Operation durchzuführende Blutentnahme bei geriatrischen Patienten geben. Diese sollte jedoch nicht nur, wie in vielen Kliniken standardmäßig, ein kleines Blutbild und die Gerinnungsparameter enthalten, sondern auch die Nierenfunktion, im Sinne von Kreatinin- und Harnstoffkonzentration im Serum beinhalten. Auch eine Kontrolle der Akute-Phase-Proteine Fibrinogen und CRP kann präoperativ empfohlen werden, um mögliche Infektionsherde frühzeitig zu erkennen und ggf. zu beseitigen.

Konzentrationen von Kreatinin und Harnstoff oberhalb des Normbereiches wiesen eine 2,8- bzw. 2,5-fach erhöhte Wahrscheinlichkeit für das Auftreten postoperativer Komplikationen auf. Auch im Zusammenhang mit der chronischen Dehydratation von geriatrischen Patienten fallen oft erhöhte Nierenretentionswerte auf. So kann die Nierenfunktion zum einen durch vermehrtes Trinken des Patienten und zum anderen auch medikamentös unterstützt werden mit dem Ziel innerhalb kurzer Zeit für ein besseres postoperatives Outcome des chirurgischen Patienten zu sorgen.

## 5. Zusammenfassung

Im Zuge der durch den demografischen Wandel bedingten steigenden Lebenserwartung erhöht sich auch die Anzahl geriatrischer Patienten in Krankenhäusern. Im Bereich der Allgemeinchirurgie wird ein hoher Anteil an Patienten mit einem Alter von  $\geq 65$  Jahren behandelt. Eine Ursache dafür ist u.a. der enorme Fortschritt in der Entwicklung von minimal-invasiven Operationstechniken, der zunehmend auch älteren und multimorbiden Patienten eine Operation ermöglicht. Diese Entwicklungen erfordern spezialisierte präoperative Untersuchungsverfahren und -algorithmen des geriatrischen Patienten, denn die Auffassung „zu alt für eine Operation“ ist aufgrund erhöhter Individualität im Bereich der physiologischen, psychologischen und funktional-sozialen Reserven des alten Menschen nicht mehr aktuell. Zielsetzung dieser Dissertation war es, präoperativ über möglichst einfach durchführbare, nicht- oder minimal-invasive Verfahren eine bessere Risikoeinschätzung des geriatrischen Patienten für mögliche postoperative Komplikationen zu ermöglichen.

Hierzu wurden von 2010 bis 2013 insgesamt 49 Patienten im Alter von mindestens 65 Jahren am Klinikum Südstadt in Rostock untersucht, die sich elektiv zu einer der folgenden allgemein chirurgischen Operationen vorstellten: Hämorrhoidektomie, Herniotomie, Appendektomie, Cholezystektomie, Strumaresektion. Neben der allgemeinen körperlichen Untersuchung, Krankenanamnese und Blutparameterbestimmung wurden neuere, nicht-invasive Verfahren zur Analyse der kardialen und bioelektrischen Impedanz durchgeführt. Zusätzlich wurde die Kognition der Patienten mittels eines Trail Making Tests geprüft. Diese Untersuchungen erfolgten präoperativ, am Operationstag und am ersten postoperativen Tag. Desweiteren wurde das Auftreten von Komplikationen bis zu 30 Tage nach der Operation dokumentiert. Mithilfe der logistischen Regression wurden präoperative Risikofaktoren für das Auftreten von postoperativen Komplikationen ermittelt.

Die Inzidenz von Komplikationen betrug in der Studiengruppe 58,7 Prozent, dabei traten am häufigsten Wundheilungsstörungen (44,4 Prozent) auf. Ein bis zu 3-fach erhöhtes Risiko für postoperative Komplikationen konnte für Patienten mit einem Gesamtkörperwasseranteil von weniger als 50 Prozent, einer Raucheranamnese von mehr als 5 Packyears, einer Kreatininkonzentration von  $\geq 84 \mu\text{mol/L}$  und einer Fibrinogenkonzentration von mehr als 3,5 g/L ermittelt werden. Ein nicht normosomer Ernährungszustand zeigte eine deutlich erhöhte Wahrscheinlichkeit für postoperative Komplikationen. Dies beinhaltet sowohl übergewichtige und adipöse Patienten (Mageranteil unter 75 Prozent, Fettanteil über 25 Prozent) als auch Patienten in einem reduzierten oder kachektischen Ernährungszustand (Mageranteil über 85 Prozent, Fettanteil unter 15 Prozent). Bei einem präoperativ erniedrigten Kardialen Index von weniger als  $2,5 \text{ L/min/m}^2$  war das Risiko für das Auftreten postoperativer Komplikationen um das 4,3-Fache erhöht.

Folgende Empfehlungen zur präoperativen Untersuchung des geriatrischen Patienten können daher formuliert werden:

1. Eine verallgemeinerte, einheitliche präoperative Risikoevaluation ist nur begrenzt möglich. Screening-Methoden und Untersuchungen sollten stattdessen individuell ausgewählt werden.
2. Im Rahmen einer solchen Risikoevaluation sollte stets die Zumutbarkeit und individuelle Relevanz für den Patienten mitbedacht werden.
3. Ein präoperatives Rauchverbot kann schon nach wenigen Tagen zu einer Risikominderung führen.
4. Eine nicht-invasive Messung des Kardialen Index zur Beurteilung der Herzleistung kann bei Vorhandensein der technischen Möglichkeiten empfohlen werden.
5. Die bioelektrische Impedanzanalyse ist nicht essentiell zur Beurteilung des Hydratations- und Ernährungszustandes des geriatrischen Patienten.
6. Eine präoperative Laborkontrolle sollte neben dem kleinen Blutbild und den Gerinnungsparametern auch Kreatinin, Harnstoff, Fibrinogen und CRP enthalten.

## 6. Literaturverzeichnis

1. Aubrun, F.; Gazon, M.; Schoeffler, M.; Benyoub, K. (2012): Evaluation of perioperative risk in elderly patients. In: *Minerva anesthesiologica* 78 (5), S. 605–618.
2. Avoxa – Mediengruppe Deutscher Apotheker GmbH (Hg.) (2013): Schilddrüse: Zu viele Operationen (Pharmazeutische Zeitung online). Online verfügbar unter <http://www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=46957>, zuletzt geprüft am 14.07.2016.
3. Barbosa-Silva, M.C.G.; Barros, A.J.D. (2005): Bioelectric impedance and individual characteristics as prognostic factors for post-operative complications. In: *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)* 24 (5), S. 830–838.
4. Barbosa-Silva, M.C.G.; Barros, A.J.D.; Post, C.L.A.; Waitzberg, D.L.; Heymsfield, S.B. (2003): Can bioelectrical impedance analysis identify malnutrition in preoperative nutrition assessment? In: *Nutrition* 19 (5), S. 422–426.
5. Barbosa-Silva, M.C.G.; Barros, A.J.D.; Wang, J.; Heymsfield, S.B.; Pierson, R.N., JR (2005): Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. In: *The American journal of clinical nutrition* 82 (1), S. 49–52.
6. Barri, Y.M.; Sanchez, E.Q.; Jennings, L.W.; Melton, L.B.; Hays, S.; Levy, M.F.; Klintmalm, G.B. (2009): Acute kidney injury following liver transplantation: definition and outcome. In: *Liver transplantation : official publication of the American Association for the Study of Liver Diseases and the International Liver Transplantation Society* 15 (5), S. 475–483.
7. Bauer, F.; Baumann, G.; Gary, T.; Gutmann, A.; Höger, F.S.; Kölblinger, C. et al. (2012): Gerinnung im klinischen Alltag. 5. überarb. und erweit. Aufl. Graz: Interdisziplinäre Gerinnungsgruppe Steiermark, S.9.
8. Bauer, M.; Bloss, F.; Hüttemann, E.; Knichwitz, G.; Meier-Hellmann, A.; Reinhart, K.; Sakka, G. (2007): Erweitertes kardiorespiratorisches Monitoring. In:

- van Aken, H., Reinhart, K., Zimpfer, M. und Welte, T. (Hg.): Intensivmedizin. 2., überarb. Aufl. Stuttgart: Thieme, S. 244–283.
9. Baulmann, J.; Nurnberger, J.; Slany, J.; Schmieder, R.; Schmidt-Trucksass, A.; Baumgart, D. et al. (2010): Arterial stiffness and pulse wave analysis. In: *Deutsche medizinische Wochenschrift (1946)* 135, S. 4–14.
10. Baumgartner, R.N.; Chumlea, W.C.; Roche, A.F. (1988): Bioelectric impedance phase angle and body composition. In: *The American journal of clinical nutrition* 48 (1), S. 16–23.
11. Becker, H.; Neufang, T. (1997): Appendectomy 1997--open or closed? In: *Der Chirurg* 68 (1), S. 17–29.
12. Becker, K.; Hofler, H. (2002): Pathology of appendicitis. In: *Der Chirurg* 73 (8), S. 777–781.
13. Blacher, J.; Asmar, R.; Djane, S.; London, G.M.; Safar, M.E. (1999): Aortic pulse wave velocity as a marker of cardiovascular risk in hypertensive patients. In: *Hypertension* 33 (5), S. 1111–1117.
14. Bock, J.-U.; Jongen, J. (2001): Stadienadaptierte Therapie des Hämorrhoidalleidens — ambulant oder stationär? In: Schönleben, K. und Hartel, W. (Hg.): *Panta rhei. Umdenken : 118. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie, 1. - 5. Mai 2001, München*. Berlin: Springer (Kongressband / Deutsche Gesellschaft für Chirurgie), S. 328–331.
15. Borson, S.; Scanlan, J.; Brush, M.; Vitaliano, P.; Dokmak, A. (2000): The mini-cog: a cognitive 'vital signs' measure for dementia screening in multi-lingual elderly. In: *International journal of geriatric psychiatry* 15 (11), S. 1021–1027.
16. Bosbach, G. (2007): Statistiken: Das Rentenkomplott. Hg. v. Der Tagesspiegel. Online verfügbar unter <http://www.tagesspiegel.de/meinung/kommentare/statistiken-das-rentenkomplott/1125188.html>, zuletzt geprüft am 16.07.2016.
17. Bosbach, G.; Bingler, K. (2007): Der Mythos von der Kostenexplosion im Gesundheitswesen. In: *Soziale Sicherheit* 9, S. 299–305.
18. Bosy-Westphal, A.; Danielzik, S.; Dorhofer, R.-P.; Later, W.; Wiese, S.; Muller, M.J. (2006): Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population

- reference values by age, sex, and body mass index. In: *Journal of parenteral and enteral nutrition* 30 (4), S. 309–316.
19. Buffa, R.; Floris, G.; Marini, E. (2009): Assessment of nutritional status in free-living elderly individuals by bioelectrical impedance vector analysis. In: *Nutrition* 25 (1), S. 3–5.
20. Cabezuelo, J.B.; Ramirez, P.; Rios, A.; Acosta, F.; Torres, D.; Sansano, T. et al. (2006): Risk factors of acute renal failure after liver transplantation. In: *Kidney international* 69 (6), S. 1073–1080.
21. Castor, G.; Klocke, R.K.; Stoll, M.; Helms, J.; Niedermark, I. (1994): Simultaneous measurement of cardiac output by thermodilution, thoracic electrical bioimpedance and doppler ultrasound. In: *British Journal of Anaesthesia* 72 (1), S. 133–138.
22. Chow, W.B.; Rosenthal, R.A.; Merkow, R.P.; Ko, C.Y.; Esnaola, N.F. (2012): Optimal preoperative assessment of the geriatric surgical patient: a best practices guideline from the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program and the American Geriatrics Society. In: *Journal of the American College of Surgeons* 215 (4), S. 453–466.
23. Chumlea, W.C.; Guo, S.S.; Kuczmarski, R.J.; Vellas, B. (1993): Bioelectric and anthropometric assessments and reference data in the elderly. In: *The Journal of nutrition* 123 (2), S. 449–453.
24. Chung, J.-Y.; Chang, W.-Y.; Lin, T.-W.; Lu, J.-R.; Yang, M.-W.; Lin, C.-C. et al. (2014): An analysis of surgical outcomes in patients aged 80 years and older. In: *Acta anaesthesiologica Taiwanica* 52 (4), S. 153–158.
25. Clyne, B.; Olshaker, J.S. (1999): The C-reactive protein. In: *The Journal of emergency medicine* 17 (6), S. 1019–1025.
26. Dang, C.V.; Bell, W.R.; Shuman, M. (1989): The Normal and Morbid Biology of Fibrinogen. In: *The American Journal of Medicine* 87 (5), S. 567–576.
27. Data Input GmbH (Hg.) (2009): Das B.I.A.-Kompendium, 3. Ausgabe. Online verfügbar unter [http://www.data-input.de/media/pdf-deutsch/Kompendium\\_III\\_Ausgabe\\_2009.pdf](http://www.data-input.de/media/pdf-deutsch/Kompendium_III_Ausgabe_2009.pdf), zuletzt geprüft am 14.07.2016.

28. Detsky, A.S.; Baker, J.P.; O'Rourke, K.; Johnston, N.; Whitwell, J.; Mendelson, R.A.; Jeejeebhoy, K.N. (1987): Predicting nutrition-associated complications for patients undergoing gastrointestinal surgery. In: *Journal of parenteral and enteral nutrition* 11 (5), S. 440–446.
29. Deutsche Gesellschaft für Allgemein- und Viszeralchirurgie (2015): S2k-Leitlinie zur operativen Therapie benigner Schilddrüsenerkrankungen. AWMF-Register Nr.: 088/007.
30. Deutsche Gesellschaft für Koloproktologie (2010): S1-Leitlinie Hämorrhoidalleiden. AWMF-Register Nr.: 081/007.
31. Dewan, S.K.; Zheng, S.B.; Xia, S.J. (2012): Preoperative geriatric assessment: comprehensive, multidisciplinary and proactive. In: *European journal of internal medicine* 23 (6), S. 487–494.
32. Dittmar, M. (2003): Reliability and variability of bioimpedance measures in normal adults: effects of age, gender, and body mass. In: *American journal of physical anthropology* 122 (4), S. 361–370.
33. Earl, R.; Pilcher L.S. (1917): Definition of major and minor surgery: a question answer. In: *Annals of surgery* 65 (6), S. 799.
34. Etzioni, D.A.; Liu, J.H.; Maggard, M.A.; Ko, C.Y. (2003): The aging population and its impact on the surgery workforce. In: *Annals of surgery* 238 (2), S. 170–177.
35. Faes, M.C.; Spigt, M.; Olde Rikkert, M. (2007): Dehydration in geriatrics. In: *Geriatrics and Ageing* 10 (9), S. 590–596.
36. Ferry, M. (2005): Strategies for ensuring good hydration in the elderly. In: *Nutrition reviews* 63 (6 Pt 2), S22-9.
37. Führer, D.; Bockisch, A.; Schmid, K.W. (2012): Euthyroid goiter with and without nodules--diagnosis and treatment. In: *Deutsches Ärzteblatt international* 109 (29-30), S. 506–516.
38. Fuhrman, M.P. (2002): The albumin-nutrition connection: separating myth from fact. In: *Nutrition* 18 (2), S. 199–200.
39. Gajdos, C.; Kile, D.; Hawn, M.T.; Finlayson, E.; Henderson, W.G.; Robinson, T.N. (2015): The significance of preoperative impaired sensorium on surgical

- outcomes in nonemergent general surgical operations. In: *JAMA surgery* 150 (1), S. 30–36.
40. Giesen, C.; Birkner, N.; BQS Fachgruppe Viszeralchirurgie (2008): Basisstatistik: Cholezystektomie. BQS: Institut für Qualität und Patientensicherheit. Online verfügbar unter <http://www.bqs-qualitaetsreport.de/2008/ergebnisse/leistungsbereiche/cholezystektomie/basis>, zuletzt geprüft am 14.07.2016.
41. Griffiths, R.; Beech, F.; Brown, A.; Dhesi, J.; Foo, I.; Goodall, J. et al. (2014): Peri-operative care of the elderly 2014: Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland. In: *Anaesthesia* 69 (1), S. 81–98.
42. Gronkjaer, M.; Eliassen, M.; Skov-Ettrup, L.S.; Tolstrup, J.S.; Christiansen, A.H.; Mikkelsen, S.S. et al. (2014): Preoperative smoking status and postoperative complications: a systematic review and meta-analysis. In: *Annals of surgery* 259 (1), S. 52–71.
43. Gupta, D.; Lis, C.G.; Dahlk, S.L.; King, J.; Vashi, P.G.; Grutsch, J.F.; Lammersfeld, C.A. (2008): The relationship between bioelectrical impedance phase angle and subjective global assessment in advanced colorectal cancer. In: *Nutrition journal* 7, S. 19.
44. Hampel, R.; Kühlberg, T.; Klein, K.; Jerichow, J.; Pichmann, E.G. (1995): Strumaprävalenz in Deutschland größer als bisher angenommen. In: *Medizinische Klinik* 90, S. 342–349.
45. Herrmann, F.R.; Safran, C.; Levkoff, S.E.; Minaker, K.L. (1992): Serum albumin level on admission as a predictor of death, length of stay, and readmission. In: *Archives of internal medicine* 152 (1), S. 125–130.
46. Hesterberg, R. (2000): Proktologie für den Urologen. In: *Der Urologe B* 40 (2), S. 168–176.
47. Kaplan, E.B.; Sheiner, L.B.; Boeckmann, A.J.; Roizen, M.F.; Beal, S.L.; Cohen, S.N.; Nicoll, C.D. (1985): The usefulness of preoperative laboratory screening. In: *The Journal of the American Medical Association* 253 (24), S. 3576–3581.
48. Köckerling, F.; Jacob, D.; Grund, S.; Schug-Paß, C. (2012): Prinzipien der minimalinvasiven Chirurgie bei Hernien. In: *Allgemein- und Viszeralchirurgie up2date* 6 (2), S. 83–93.

49. Kraemer, M.; Franke, C.; Ohmann, C.; Yang, Q.; The Acute Abdominal Pain Study Group (2000): Acute appendicitis in late adulthood. Incidence, presentation, and outcome. Results of a prospective multicenter acute abdominal pain study and a review of the literature. In: *Langenbeck's Archives of Surgery* 385 (7), S. 470–481.
50. Krentz, H. (2008): Statistische Analysen mit SPSS in der Medizin. Band 1: Beschreibende Statistische Analysen. 2., überarb. und aktualisierte Aufl. Aachen: Shaker-Verlag, S.209-218.
51. Krentz, H. (2008): Statistische Analysen mit SPSS in der Medizin. Band 2: Schließende Statistische Analysen. 2., überarb. und aktual. Aufl. Aachen: Shaker-Verlag, S.132-198.
52. Kushner, R.F.; Schoeller, D.A. (1986): Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. In: *The American journal of clinical nutrition* 44 (3), S. 417–424.
53. Kyle, U.G.; Bosaeus, I.; Lorenzo, A.D. de; Deurenberg, P.; Elia, M.; Gomez, J.M. et al. (2004): Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. In: *Clinical nutrition* 23 (5), S. 1226–1243.
54. Lai, S.Y.; Walvekar, R.R.; Ferris, R.L. (2008): Minimally invasive video-assisted thyroidectomy: expanded indications and oncologic completeness. In: *Head & neck* 30 (11), S. 1403–1407.
55. Lammert, F.; Neubrand, M.W.; Bittner, R.; Feussner, H.; Greiner, L.; Hagenmüller, F. et al. (2007): S3 Leitlinie zur Diagnostik und Behandlung von Gallensteinen. Deutsche Gesellschaft für Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten; Deutsche Gesellschaft für Viszeralchirurgie. AWMF-Register Nr.: 021/008.
56. Leung, J.M.; Dzankic, S. (2001): Relative importance of preoperative health status versus intraoperative factors in predicting postoperative adverse outcomes in geriatric surgical patients. In: *Journal of the American Geriatrics Society* 49 (8), S. 1080–1085.

57. Li, C.; Xiong, H.; Pirbhulal, S.; Wu, D.; Li, Z.; Huang, W. et al. (2015): Heart-carotid pulse wave velocity a useful index of atherosclerosis in Chinese hypertensive patients. In: *Medicine* 94 (51), S. 1–6.
58. Luyken, W. (2011): Hämorrhoiden als treue Begleiter. Medienhaus Der Neue Tag. Online verfügbar unter <http://www.onetz.de/sulzbach-rosenberg/lokales/fachvortrag-von-chefarzt-dr-walter-luyken-ueber-ein-heikles-thema-seit-3500-jahren-bekannt-haemorrhoiden-als-treue-begleiter-d38830.html>, zuletzt geprüft am 14.07.2016.
59. Machado, A.N.; Sitta, M.d.C.; Jacob Filho, W.; Garcez-Leme, L.E. (2008): Prognostic factors for mortality among patients above the 6th decade undergoing non-cardiac surgery: cares--clinical assessment and research in elderly surgical patients. In: *Clinics* 63 (2), S. 151–156.
60. Mancia, G.; de Backer, G.; Dominiczak, A.; Cifkova, R.; Fagard, R.; Germano, G. et al. (2007): Guidelines for the management of arterial hypertension: The task force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). In: *European heart journal* 28 (12), S. 1462–1536.
61. McGory, M.L.; Kao, K.K.; Shekelle, P.G.; Rubenstein, L.Z.; Leonardi, M.J.; Parikh, J.A. et al. (2009): Developing quality indicators for elderly surgical patients. In: *Annals of surgery* 250 (2), S. 338–347.
62. Medizinische Messtechnik GmbH (2011): Software-Handbuch "Cardio Vascular Lab". Software-Version 2.5, Dokument-Revision 4.4. Ilmenau.
63. Mohabir, P.K.; Gurney, J.: Surgery. Merck Sharp & Dohme Corp. (Merck Manual). Online verfügbar unter <http://www.merckmanuals.com/home/special-subjects/surgery/surgery>, zuletzt geprüft am 14.07.2016.
64. Müller, M. (Hg.) (2000): Chirurgie. Für Studium und Praxis. 5. Auflage. Breisach: Medizinische Verlags- und Informationsdienste, S.162-165.
65. Murkin, J.M.; Newman, S.P.; Stump, D.A.; Blumenthal, J.A. (1995): Statement of consensus on assessment of neurobehavioral outcomes after cardiac surgery. In: *The Annals of Thoracic Surgery* 59 (5), S. 1289–1295.

66. New York University (2016): Major vs. Minor Surgery. Online verfügbar unter <https://www.nyu.edu/research/resources-and-support-offices/getting-started-with-your-research/research-with-animals/office-of-veterinary-resources/training/major-vs-minor-surgery.html>, zuletzt aktualisiert am 14.07.2016, zuletzt geprüft am 14.07.2016.
67. Norman, K.; Smoliner, C.; Valentini, L.; Lochs, H.; Pirlich, M. (2007): Is bioelectrical impedance vector analysis of value in the elderly with malnutrition and impaired functionality? In: *Nutrition* 23 (7-8), S. 564–569.
68. Norman, K.; Stobaus, N.; Pirlich, M.; Bosy-Westphal, A. (2012): Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis--clinical relevance and applicability of impedance parameters. In: *Clinical nutrition* 31 (6), S. 854–861.
69. Ohmann, C.; Franke, C.; Kraemer, M.; Yang, Q. (2002): Status report on epidemiology of acute appendicitis. In: *Der Chirurg* 73 (8), S. 769–776.
70. Oresanya, L.B.; Lyons, W.L.; Finlayson, E. (2014): Preoperative assessment of the older patient: a narrative review. In: *Journal of the American Medical Association* 311 (20), S. 2110–2120.
71. Otto, S. (2006): Epidemiologische und sozioökonomische Aspekte der Hernienchirurgie. In: Buhr, H.J. und Ritz, J.-P. (Hg.): *Hernienchirurgie. Klinische Strategien und perioperatives Management*. 1. Aufl. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, S. 3–8.
72. Partridge, J.S.L.; Collingridge, G.; Gordon, A.L.; Martin, F.C.; Harari, D.; Dhese, J.K. (2014): Where are we in perioperative medicine for older surgical patients? A UK survey of geriatric medicine delivered services in surgery. In: *Age and ageing* 43 (5), S. 721–724.
73. Partridge, J.S.L.; Harari, D.; Martin, F.C.; Dhese, J.K. (2014): The impact of pre-operative comprehensive geriatric assessment on postoperative outcomes in older patients undergoing scheduled surgery: a systematic review. In: *Anaesthesia* 69 (1), S. 8–16.
74. Perko, M.J.; Jarnvig, I.L.; Hojgaard-Rasmussen, N.; Eliassen, K.; Arendrup, H. (2001): Electric impedance for evaluation of body fluid balance in cardiac surgical patients. In: *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia* 15 (1), S. 44–48.

75. Phillips, A.T.; Deiner, S.; Mo Lin, H.; Andreopoulos, E.; Silverstein, J.; Levin, M.A. (2015): Propofol use in the elderly population: Prevalence of overdose and association with 30-day mortality. In: *Clinical therapeutics* 37 (12), S. 2676–2685.
76. Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations (2015): World Population Prospects: The 2015 Revision. Key Findings and Advance Tables. Online verfügbar unter [https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/Key\\_Findings\\_WPP\\_2015.pdf](https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/Key_Findings_WPP_2015.pdf), zuletzt geprüft am 14.07.2016.
77. Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations (2015): World Population Prospects: The 2015 Revision. Volume II: Demographic Profiles. Online verfügbar unter [https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2015\\_Volume-II-Demographic-Profiles.pdf](https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2015_Volume-II-Demographic-Profiles.pdf), zuletzt geprüft am 14.07.2016.
78. Przywara-Chowaniec, B.; Poloński, L.; Gawlikowski, M.; Pustelny, T. (2012): Research into the possibility to use impedance rheocardiography in a non-invasive assessment of haemodynamic condition of patients with heart Diseases. In: Piętka, E. und Kawa, J. (Hg.): Information technologies in biomedicine, Bd. 7339. Berlin/Heidelberg: Springer (7339), S. 172–182.
79. Reitan, R.M.; Wolfson, D. (1994): A selective and critical review of neuropsychological deficits and the frontal lobes. In: *Neuropsychology Review* 4 (3), S. 161–198.
80. Rich, M.W.; Keller, A.J.; Schechtman, K.B.; Marshall, W.G., JR; Kouchoukos, N.T. (1989): Increased complications and prolonged hospital stay in elderly cardiac surgical patients with low serum albumin. In: *The American journal of cardiology* 63 (11), S. 714–718.
81. Rieger, P. (2004): Demografischer Wandel - Auswirkungen auf die Beschäftigungsstruktur und mögliche Strategien betrieblicher Personalpolitik. Diplomarbeit, Hamburger Fern-Hochschule. München/Ravensburg: Grin Verlag, S.5-19.

82. Riss, S.; Weiser, F.A.; Schwameis, K.; Riss, T.; Mittlbock, M.; Steiner, G.; Stift, A. (2012): The prevalence of hemorrhoids in adults. In: *International journal of colorectal disease* 27 (2), S. 215–220.
83. Robinson, T.N.; Eiseman, B.; Wallace, J.I.; Church, S.D.; McFann, K.K.; Pfister, S.M. et al. (2009): Redefining geriatric preoperative assessment using frailty, disability and co-morbidity. In: *Annals of surgery* 250 (3), S. 449–455.
84. Robinson, T.N.; Wu, D.S.; Pointer, L.; Dunn, C.L.; Cleveland, J.C., JR; Moss, M. (2013): Simple frailty score predicts postoperative complications across surgical specialties. In: *American journal of surgery* 206 (4), S. 544–550.
85. Robinson, T.N.; Wu, D.S.; Pointer, L.F.; Dunn, C.L.; Moss, M. (2012): Preoperative cognitive dysfunction is related to adverse postoperative outcomes in the elderly. In: *Journal of the American College of Surgeons* 215 (1), S. 12–17.
86. Roewer, N.; Thiel, H. (2010): Taschenatlas der Anästhesie. 4., aktualisierte Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG, S.58-73.
87. Rottstein, L. (2007): Die Auswirkungen des demografischen Wandels auf die Infrastruktur von Kommunen. Diplomarbeit, Universität Kassel. Hamburg: Druck Diplomica GmbH, S.37-62.
88. Salzmann, T.; Skirbekk, V.; Weiberg-Salzmann, M. (2010): Wirtschaftspolitische Herausforderungen des demografischen Wandels. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss (Demografischer Wandel - Hintergründe und Herausforderungen), S.81-106.
89. Schefter.net, T.Schefter (Hg.): Aphorismen.de. Aphorismen, Zitate, Sprüche und Gedichte. Online verfügbar unter <https://www.aphorismen.de/zitat/209020>, zuletzt geprüft am 25.07.2016.
90. Schiesser, M.; Kirchhoff, P.; Muller, M.K.; Schafer, M.; Clavien, P.-A. (2009): The correlation of nutrition risk index, nutrition risk score, and bioimpedance analysis with postoperative complications in patients undergoing gastrointestinal surgery. In: *Surgery* 145 (5), S. 519–526.
91. Schopf, S.; von Ahnen, M.; von Ahnen, T.; Schardey, H.M. (2009): EndoCATS - der dorsale Weg zur Schilddrüse. Eine gaslose videoendoskopische Technik

unter Verwendung eines anatomischen Weges zur Vermeidung von sichtbaren Narben. In: *Chirurgie im Blick* 8.

92. Setiati, S. (2007): Perioperative assessment and management of the elderly. In: *Acta medica Indonesiana* 39 (4), S. 194–201.

93. Simons, M.P.; Aufenacker, T.; Bay-Nielsen, M.; Bouillot, J.L.; Campanelli, G.; Conze, J. et al. (2009): European Hernia Society guidelines on the treatment of inguinal hernia in adult patients. In: *Hernia* 13 (4), S. 343–403.

94. Smetana, G.W.; Macpherson, D.S. (2003): The case against routine preoperative laboratory testing. In: *The Medical clinics of North America* 87 (1), S. 7–40.

95. Story, D.A.; Leslie, K.; Myles, P.S.; Fink, M.; Poustie, S.J.; Forbes, A. et al. (2010): Complications and mortality in older surgical patients in Australia and New Zealand (the REASON study): a multicentre, prospective, observational study. In: *Anaesthesia* 65 (10), S. 1022–1030.

96. Suarez, J. (2011): Minor Surgery. Online verfügbar unter <http://www.doctorscareclinic.com/html/minor-surgery.html>, zuletzt aktualisiert am 05.04.2011, zuletzt geprüft am 14.07.2016.

97. Sulberg, D.; Chromik, A.M.; Kersting, S.; Meurer, K.; Tannapfel, A.; Uhl, W.; Mittelkotter, U. (2009): Appendicitis in the elderly. CRP value as decision support for diagnostic laparoscopy. In: *Der Chirurg* 80 (7), S. 608–614.

98. Tombaugh, T.N. (2004): Trail Making Test A and B. Normative data stratified by age and education. In: *Archives of Clinical Neuropsychology* 19 (2), S. 203–214.

99. Troncale, J.A. (1996): The aging process. Physiologic changes and pharmacologic implications. In: *Postgraduate medicine* 99 (5), S. 111–122.

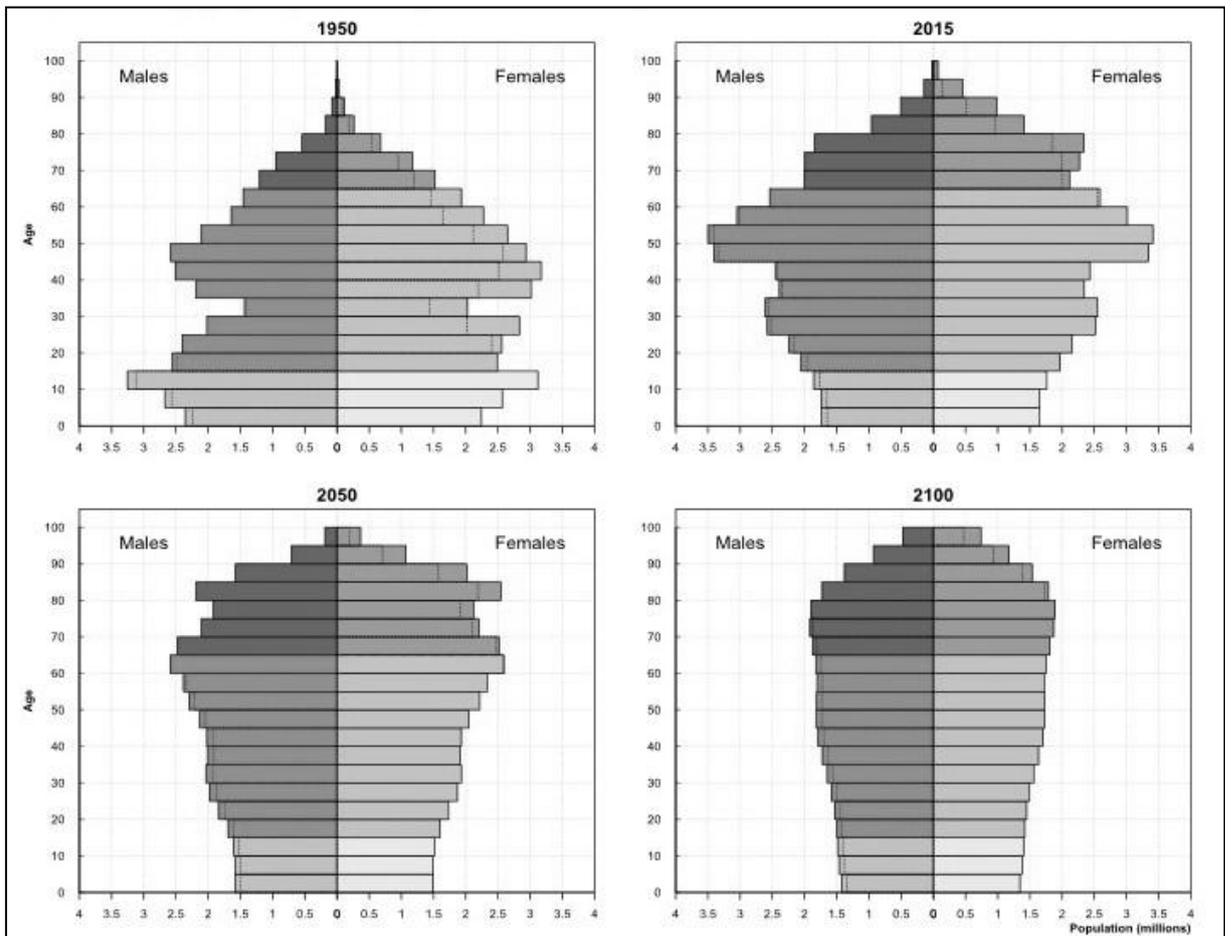
100. Turrentine, F.E.; Wang, H.; Simpson, V.B.; Jones, R.S. (2006): Surgical risk factors, morbidity, and mortality in elderly patients. In: *Journal of the American College of Surgeons* 203 (6), S. 865–877.

101. Volzke, H.; Ludemann, J.; Robinson, D.M.; Spieker, K.W.; Schwahn, C.; Kramer, A. et al. (2003): The prevalence of undiagnosed thyroid disorders in a

- previously iodine-deficient area. In: *Thyroid : official journal of the American Thyroid Association* 13 (8), S. 803–810.
102. Waurick, K.; van Aken, H. (2013): Stellungnahme zur präoperativen Nikotinkarenz. In: *Anästhesiologie und Intensivmedizin* 54, S. 488.
103. Weber, T.; Eber, B.; Zweiker, R.; Horn, S.; Sock, S.; Grüner, P. et al. (2008): Pulswellengeschwindigkeit, zentraler Blutdruck und Augmentationsindex - "neue" Parameter zur Beschreibung eines Endorganschadens der arteriellen Strombahn bei Hypertonie. In: *Journal für Hypertonie* 12 (1), S. 7–13.
104. Wiesen, P.; Massion, P.B.; Joris, J.; Detry, O.; Damas, P. (2016): Incidence and risk factors for early renal dysfunction after liver transplantation. In: *World journal of transplantation* 6 (1), S. 220–232.
105. Wirth, R.; Volkert, D.; Rosler, A.; Sieber, C.C.; Bauer, J.M. (2010): Bioelectric impedance phase angle is associated with hospital mortality of geriatric patients. In: *Archives of gerontology and geriatrics* 51 (3), S. 290–294.
106. Wong, D.H.; Tremper, K.K.; Stemmer, E.A.; O'Connor, D.; Wilbur, S.; Zaccari, J. et al. (1990): Noninvasive cardiac output: simultaneous comparison of two different methods with thermodilution. In: *Anesthesiology* 72 (5), S. 784–792.
107. Woolger, J.M. (2008): Preoperative testing and medication management. In: *Clinics in geriatric medicine* 24 (4), S. 573–583.

## 7. Anhang

### 7.1 Abbildungen



**Abbildung 19: Deutsche Bevölkerung nach Altersgruppen und Geschlecht [77]**



## UNIVERSITÄT ROSTOCK MEDIZINISCHE FAKULTÄT



Universität Rostock, Medizinische Fakultät, PF 10 08 88, D-18055 Rostock

Priv.-Doz. Dr. med. K.F. Wagner  
Chefarzt der Klinik für Anästhesie  
und Intensivmedizin  
Klinikum Südstadt Rostock  
Südring 81  
18059 Rostock

### **Ethikkommission**

Vorsitz: Prof. Dr. A. Büttner  
Sitz: St. Georg Straße 108  
18055 Rostock  
Tel.: (0381) 494 - 9901  
Fax: (0381) 494 - 9902  
e-mail: ethik@med.uni-rostock.de

01.07.2010

### **Stellungnahme der Ethikkommission**

Beratung nach § 15 Berufsordnung für Ärztinnen und Ärzte in Mecklenburg-Vorpommern

**Titel der Studie:** "Körperzusammensetzung, Kognition, arterielle Steifigkeit und Nierenfunktion bei Senioren (>75J.) zur verlaufsbeurteilung in der perioperativen (Intensiv-) Medizin" (Kurztitel: SenICU)

**Antragsteller:** Priv.-Doz. Dr. med. K.F. Wagner, Chefarzt der Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin, Klinikum Südstadt Rostock

**Registriernummer:** (Bei Schriftwechsel bitte stets angeben) A 2010 60

Eingang Ethikkommission: 29.06.2010

Sehr geehrter Herr Dr. Wagner,

der Vorsitzende der Ethikkommission an der Medizinischen Fakultät der Universität Rostock hat die von Ihnen eingereichten Unterlagen im Auftrag der Kommission geprüft. Die Unterlagen liegen der Kommission vollständig vor.

Es bestehen aus **berufsrechtlicher und ethischer Sicht keine Bedenken** gegen die Durchführung des o.g. Forschungsprojektes.

Wir weisen Sie darauf hin, dass die ärztliche und juristische Verantwortung des Leiters des Projektes und der teilnehmenden Ärzte entsprechend der Beratungsfunktion der Ethikkommission von dieser Stellungnahme unberührt bleibt.

Die Kommission wünscht Ihnen bei der Durchführung Ihres Forschungsvorhabens viel Erfolg. Für die Übermittlung eines Abschlussberichts wäre Ihnen die Ethikkommission sehr verbunden.

#### **Allgemeine Hinweise:**

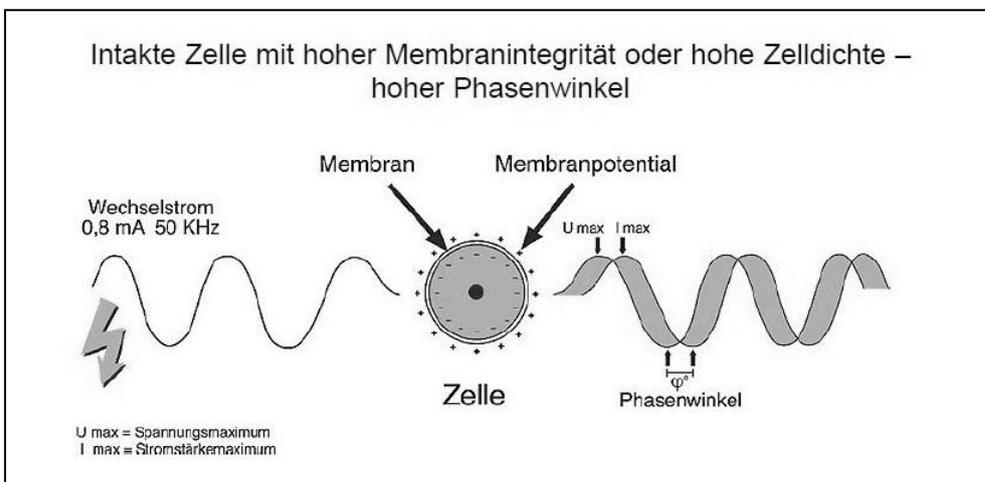
- Die ethische und rechtliche Verantwortung für die Durchführung dieser klinischen Prüfung verbleibt beim Sponsor, bei der Leiterin/dem Leiter der klinischen Prüfung und bei den Prüferinnen/Prüfern.
- Zusammensetzung und Arbeitsweise der Ethik-Kommission entsprechen nationalen Gesetzen, Vorschriften und der ICH-GCP-Leitlinie in der jeweils gültigen Fassung.

Mit freundlichen Grüßen

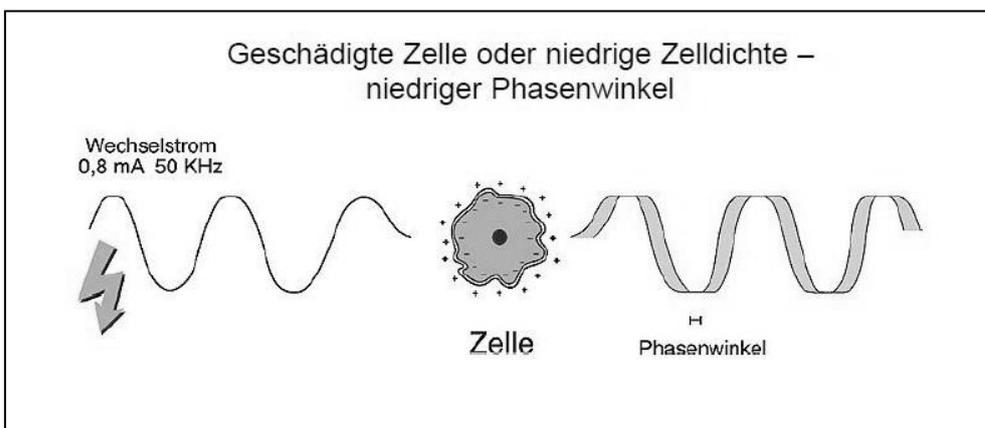
  
Prof. Dr. med. A. Büttner  
Vorsitzender der Ethikkommission

  
Swaantje Kautz-Kohlschein  
Geschäftsstellenleiterin

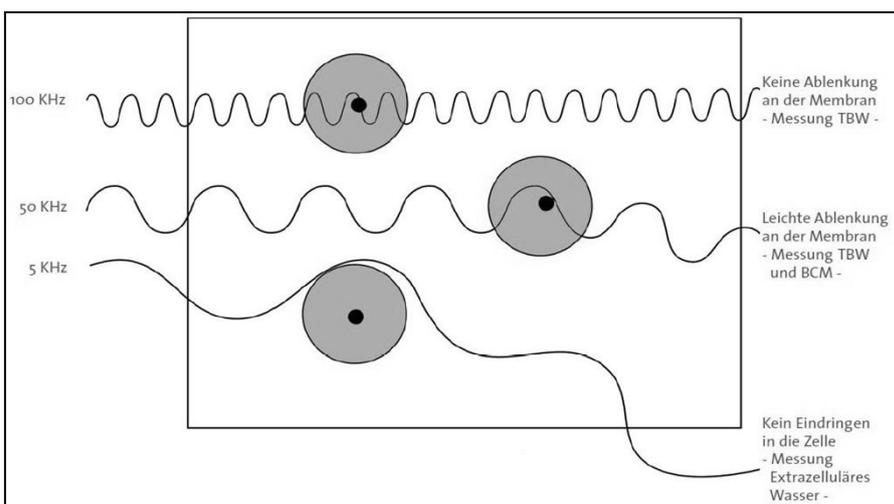
### **Abbildung 20: Stellungnahme der Ethikkommission vom 01.07.2010**



**Abbildung 21: Hoher Phasenwinkel bei intakter Zelle [27]**



**Abbildung 22: Kleiner Phasenwinkel bei geschädigter Zelle [27]**



**Abbildung 23: Leitungswege verschiedener Frequenzen [27]**

TBW: Total Body Water; BCM: Body Cell Mass

<h1>SenICU</h1>	
<h2>Zahlenverbindungstest 2</h2>	
Patient: _____	Datum, Uhrzeit: _____
Testzeit: _____	

The diagram shows a grid of 25 numbered circles (1-25) scattered across the page. The circles are arranged in a non-linear pattern. The number 1 is labeled 'BEGINN' and the number 25 is labeled 'ENDE'. The numbers are: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25.

**Abbildung 24: Trail Making Test (Beispiel)**

## 7.2 Tabellen

<u>Blutbild</u>					
Hämoglobin	m: 8,4-10,7	mmol/L	w: 7,5-9,7	mmol/L	
Hämatokrit	m: 0,40-0,51		w: 0,35-0,45		
Erythrozyten	m: 4,3-5,75	10 <sup>12</sup> /L	w: 3,9-5,2	10 <sup>12</sup> /L	
Leukozyten	3,6-10,5	10 <sup>9</sup> /L			
Thrombozyten	150-450	10 <sup>9</sup> /L			
<u>Hämostaseologie</u>					
INR	0,9-1,2				
aPTT	26,4-37,6	sec			
Thrombinzeit	< 21	sec			
Fibrinogen	1,8-3,5	g/L			
<u>Elektrolyte</u>					
Natrium (Serum)	134-145	mmol/L			
Kalium (Serum)	3,8-5,5	mmol/L			
Calcium (Serum)	2,20-2,65	mmol/L			
<u>Stoffwechsel</u>					
Glucose, venös	3,9-6,4	mmol/L			
Lactat	0,3-2,8	mmol/L			
Kreatinin (Serum)	m: < 100	µmol/L	w: < 84	µmol/L	
Harnstoff (Serum)	2,8-7,2	mmol/L			
HDL-Cholesterol	m: 0,8-1,8	mmol/L	w: 0,9-2,0	mmol/L	
LDL-Cholesterol, berechn	< 3,40	mmol/L			
HbA1c	< 6,1	%			
<u>Proteine</u>					
CRP	< 3,0	mg/L			
Procalcitonin	< 0,1	ng/ml			
Gesamteiweiß	66,0-88,0	g/L			
Albumin (Serum)	35-52	g/L			

**Tabelle 11: Laborspezifische Referenzwerte**

	Pat. mit Komplikationen		Pat. ohne Komplikationen		<i>p</i>
	N	$\bar{x} \pm SD$	N	$\bar{x} \pm SD$	
Hämoglobin-1 [mmol/L]	26	8,5 ± 0,9	18	8,5 ± 0,8	0,863
Hämoglobin-2 [mmol/L]	24	8,2 ± 0,8	18	8,1 ± 0,7	0,491
Hämoglobin-3 [mmol/L]	24	7,7 ± 0,8	17	8,0 ± 0,7	0,239
Hämatokrit-1	26	0,41 ± 0,04	18	0,40 ± 0,04	0,645
Hämatokrit-2	24	0,39 ± 0,04	18	0,38 ± 0,03	0,491
Hämatokrit-3	24	0,37 ± 0,04	17	0,37 ± 0,03	0,462
Erythrozyten-1 [ $10^{12}/L$ ]	26	4,5 ± 0,5	18	4,5 ± 0,4	0,807
Erythrozyten-2 [ $10^{12}/L$ ]	24	4,3 ± 0,5	18	4,3 ± 0,4	0,811
Erythrozyten-3 [ $10^{12}/L$ ]	24	4,1 ± 0,4	17	4,2 ± 0,4	0,244
Leukozyten-1 [ $10^9/L$ ]	26	6,9 ± 1,4	18	6,9 ± 4,6	0,943
Leukozyten-2 [ $10^9/L$ ]	24	11,8 ± 2,7	18	10,3 ± 3,9	0,060
Leukozyten-3 [ $10^9/L$ ]	24	9,7 ± 2,8	17	8,5 ± 2,9	0,068
Thrombozyten-1 [ $10^9/L$ ]	26	230 ± 72	18	252 ± 96	0,583
Thrombozyten-2 [ $10^9/L$ ]	24	218 ± 71	18	206 ± 111	0,585
Thrombozyten-3 [ $10^9/L$ ]	24	220 ± 62	17	223 ± 93	0,672

**Tabelle 12: Blutbildparameter***Friedman-Test: p < 0,001*

	Pat. mit Komplikationen		Pat. ohne Komplikationen		<i>p</i>
	N	$\bar{x} \pm SD$	N	$\bar{x} \pm SD$	
Glucose-1 [mmol/L]	23	6,2 ± 1,2	17	6,4 ± 2,1	0,784
Glucose-2 [mmol/L]	25	7,2 ± 1,3	16	5,6 ± 1,2	0,001
Glucose-3 [mmol/L]	23	6,5 ± 1,5	15	6,4 ± 2,4	0,189
Lactat-1 [mmol/L]	24	1,3 ± 0,5	17	1,4 ± 0,7	0,905
Lactat-2 [mmol/L]	23	1,1 ± 0,4	17	1,2 ± 0,7	0,553
Lactat-3 [mmol/L]	24	1,7 ± 0,6	17	1,6 ± 0,9	0,119
Kreatinin-1 [µmol/L]	25	79,7 ± 15,7	18	73,9 ± 12,0	0,198
Kreatinin-2 [µmol/L]	25	73,6 ± 15,9	18	72,8 ± 10,6	0,858
Kreatinin-3 [µmol/L]	24	92,3 ± 20,3	17	77,7 ± 14,5	0,015
Harnstoff-1 [mmol/L]	23	6,2 ± 2,1	16	6,2 ± 1,2	0,440
Harnstoff-2 [mmol/L]	25	5,8 ± 1,8	18	5,6 ± 1,1	1,000
Harnstoff-3 [mmol/L]	24	7,9 ± 2,3	17	6,5 ± 1,5	0,047
HDL-Cholesterol-1 [mmol/L]	23	1,5 ± 0,3	16	1,4 ± 0,3	0,268
HDL-Cholesterol-2 [mmol/L]	25	1,5 ± 0,3	18	1,3 ± 0,3	0,087
HDL-Cholesterol-3 [mmol/L]	23	1,3 ± 0,3	17	1,3 ± 0,2	0,395
LDL-Cholesterol-1 [mmol/L]	23	3,8 ± 1,1	15	3,8 ± 1,3	0,964
LDL-Cholesterol-2 [mmol/L]	25	4,0 ± 1,2	15	3,9 ± 1,2	0,706
LDL-Cholesterol-3 [mmol/L]	22	3,2 ± 1,0	17	3,5 ± 1,1	0,570
HbA1c [%]	25	5,9 ± 0,5	18	5,8 ± 0,7	0,221

**Tabelle 13: Stoffwechselfparameter**

*Friedman-Test:  $p(\text{Glc}) = 0,292$ ;  $p(\text{Lactat}) < 0,001$ ;  $p(\text{Kreatinin}) < 0,001$ ;  $p(\text{HST}) < 0,001$ ;  $p(\text{HDL}) < 0,001$ ;  $p(\text{LDL}) < 0,001$*

Parameter		OR	95 % KI	p
Geschlecht	m			
	w	1,89	0,57-6,22	0,297
Multimorbidität [Vorerkrankungen]	0-1			
	> 1	1,85	0,56-6,13	0,241
Raucherstatus [py]	0			
	1-5	0,87	0,15-5,06	0,874
	> 5	2,60	0,58-11,69	0,213
SpO <sub>2</sub> [%]	> 96			
	≤ 96	1,48	0,24-9,03	0,672
Herzfrequenz [1/min]	60-80			
	< 60	2,10	0,20-22,33	0,538
	≥ 81	0,70	0,15-3,28	0,651
Syst. Blutdruck [mmHg]	< 130			
	130-139	1,00	0,08-12,56	1,000
	≥ 140	1,57	0,20-12,47	0,669
Diast. Blutdruck [mmHg]	< 85			
	85-89	1,41	0,22-8,99	0,715
	≥ 90	0,85	0,21-3,43	0,816
Kardialer Index [L/min/m <sup>2</sup> ]	2,5-4,7			
	< 2,5	4,25	0,80-22,56	0,089
PWV [m/sec]	4-6			
	> 6	2,65	0,63-11,16	0,183
TBW [%]	50-65			
	< 50	2,54	0,63-10,17	0,188
	> 65	0,92	0,16-5,49	0,930
Mageranteil [%]	75-85			
	< 75	3,59	0,98-13,16	0,054
	> 85	6,29	0,58-68,42	0,131
Fettanteil [%]	15-25			
	< 15	2,86	0,41-20,14	0,292
	> 25	3,27	0,88-12,13	0,077

**Tabelle 14: Univariate binär-logistische Regression**

*Jeweils erste Zeile als Referenzausprägung*

Parameter		OR	95 % KI	<i>p</i>
Thrombozyten [10 <sup>9</sup> /L]	150-450			
	< 150	1,39	0,12-16,68	0,794
	> 450	0,70	0,04-11,96	0,803
Fibrinogen [g/L]	1,8-3,5			
	> 3,5	2,79	0,62-12,60	0,183
Kreatinin [µmol/L]	< 84			
	≥ 84	2,75	0,70-10,75	0,146
Harnstoff [mmol/L]	2,8-7,2			
	> 7,2	2,47	0,43-14,21	0,311
LDL-Cholesterol [mmol/L]	< 3,4			
	≥ 3,4	1,36	0,37-5,07	0,646
HbA1c [%]	< 6,1			
	Ab 6,1	2,35	0,53-10,52	0,263
CRP [mg/L]	< 3,0			
	≥ 3,0	1,86	0,49-7,02	0,359
Gesamteiweiß [g/L]	66-88			
	< 66	1,55	0,44-5,47	0,498

**Tabelle 15: Univariate binär-logistische Regression Laborparameter**

*Jeweils erste Zeile als Referenzausprägung*

## 8. Danksagung

Zu Beginn möchte ich mich insbesondere bei meinem Doktorvater Herrn Priv.-Doz. Dr. med. K. F. Wagner bedanken für die Bereitstellung des Dissertationsthemas und sein stets offenes Ohr für Fragen zur Planung, Umsetzung und problemorientierten Modifikation. Ein großer Dank gilt hierbei auch seiner ehemaligen Sekretärin Frau Gabriele Zietz, die zur engmaschigen, reibungslosen Kommunikation beigetragen hat.

Desweiteren geht ein besonderer Dank an Dr.-Ing. Harald Kehnscherper für die Erläuterung, Bereitstellung und Wartung der technischen Hilfsmittel zur Untersuchung der Patienten.

Den Schwestern Anke, Silvia und Stefanie aus der allgemeinchirurgischen Sprechstunde gilt ebenfalls ein außerordentlicher Dank für die frühzeitige Erkennung studiengeeigneter Patienten und damit Einleitung des gesamten Verfahrens. Dank geht auch an den Chefarzt der Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie Herrn Prof. Dr. med. habil. Kaja Ludwig für das Einverständnis zur Untersuchung und Labordatenerhebung der Patienten.

Den Assistenz- und Oberärzten aus der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin danke ich für den intraoperativen studienrelevanten Mehraufwand bei der Dokumentation.

Für die ausführliche, verständliche statistische Beratung bedanke ich mich bei Frau Dipl.-Math. Doreen Diedrich.

Weiterer Dank geht an Frau Anika Sievert, die die Studie initial eingeleitet hat und mir nach ihrem freiwilligen Abbruch das Nutzungsrecht ihrer bisher erhobenen wissenschaftlichen Daten und Beobachtungen ohne Einschränkungen überlassen hat (12 Patienten).

Zuletzt bedanke ich mich bei meinem verstorbenen Kameraden Herrn Stabsarzt Torsten Seifert für die Empfehlung meiner Person an Priv.-Doz. Dr. med. K. F. Wagner zur Weiterführung der Studie.

## 9. Lebenslauf

**Sandra Krüger**

Geb. 10.10.1990 in Rostock

### 1. Beruflicher Werdegang

- |      |   |
|------|---|
| 2009 | Eintritt in die Deutsche Bundeswehr als Sanitätsoffizieranwärter                                |
| 2009 | Allgemeine militärische Grundausbildung an der Offizierschule der Luftwaffe in Fürstenfeldbruck |
| 2011 | Offizierlehrgang an der Sanitätsakademie in München   |
| 2012 | Ernennung zum Leutnant (SanOA)  |
| 2016 | Ernennung zum Stabsarzt   |

### 2. Bildung

#### Verlauf:

- |      |  |
|------|--|
| 2009 | Abitur Musikgymnasium Käthe Kollwitz in Rostock            |
| 2009 | Beginn Studium der Humanmedizin an der Universität Rostock |
| 2012 | 1. Staatsexamen Medizin                                    |
| 2015 | 2. Staatsexamen Medizin (schriftlicher Teil)               |
| 2016 | 2. Staatsexamen Medizin (mündlich-praktischer Teil)        |

#### Wahlfächer:

- |      |  |
|------|--|
| 2011 | Organbiochemie/Biotechnologie              |
| 2011 | Präparierkurs für Fortgeschrittene         |
| 2014 | Klinische Rhythmologie                     |
| 2014 | Der interessante Notfall (inkl. Exkursion) |

Famulaturen:

- 2012      *Neurologie*, Bundeswehrkrankenhaus Berlin  
2012      *Urologie*, Bundeswehrkrankenhaus Berlin  
2012      *Anästhesiologie und Notfallmedizin*, Bundeswehrkrankenhaus Berlin  
2013      *Allgemeinmedizin*, Gemeinschaftspraxis Kienitz und Kringel, Rostock  
2013      *Anästhesiologie und Notfallmedizin*, Bundeswehrkrankenhaus Berlin  
2014      *Orthopädie/Unfallchirurgie*, Bundeswehrkrankenhaus Berlin  
2014      *Anästhesiologie und Notfallmedizin*, Bundeswehrkrankenhaus Berlin  
2015      *Flugmedizin*, Fliegerarzt Marinefliegergeschwader 5, Nordholz

Praktisches Jahr:

- 2016      *Innere Medizin (Onkologie, Hämatologie)*, Klinikum Südstadt Rostock  
2016      *Anästhesiologie und Intensivmedizin*, Klinikum Südstadt Rostock  
2016      *Unfallchirurgie und Orthopädie*, Klinikum Südstadt Rostock

3. Zeitraum der Dissertation

- 2010      Planung und Beginn der Datenerhebung durch Anika Sievert am  
            Klinikum Südstadt Rostock  
2012      Übernahme der Arbeit durch die Autorin, Modifizierung der Planung  
            und Ziele, Weiterführung der Datenerhebung  
2014      Wechsel der ärztlichen Anstellung des Doktorvaters  
2016      Fertigstellung der Dissertation