

**Aus der Klinik und Poliklinik für Herz- und Gefäßchirurgie  
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf  
Direktor Prof. Dr. med. H. Reichenspurner, Ph. D.**

**Morbidität und Mortalität von Patienten mit COPD nach  
aorto-coronarer Bypass-Operation. Eine retrospektive  
Studie des Jahres 2000 an 355 Patienten.**

## **D i s s e r t a t i o n**

**zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg**

vorgelegt von Tanja Moderau aus Hamburg,  
Hamburg, 2002

Angenommen vom Fachbereich Medizin  
der Universität Hamburg am 10.02.2003

Veröffentlicht mit Genehmigung des Fachbereichs  
Medizin der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der Vorsitzende: Prof. Dr. Dr. V. Döring

Prüfungsausschuss: 2. Gutachter: Prof. Dr. E. Kaukel

Prüfungsausschuss: 3. Gutachter: PD Dr. J. Kähler

## Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Abkürzungen .....	Seite 3
Definitionen .....	4
1. Einleitung .....	7
1.1. Pathophysiologie der COPD .....	7
1.2. COPD und CABG .....	8
1.3. Zielsetzung .....	11
2. Material und Methoden .....	12
2.1. Patientenauswahl .....	12
2.2. Untersuchte Faktoren .....	12
2.3. Deskriptive Darstellung der Daten .....	14
2.3.1. Statistische Bearbeitung der einzelnen Fragestellungen .....	14
2.3.2. Unterschiede in den Mittelwerten stetiger Variablen .....	15
2.3.3. Unterschiede in den Häufigkeitsverteilungen diskreter Variablen ...	16
2.3.4. Beschreibung der Risikoanalyse .....	17
2.3.4.1. Erläuterung der prognostischen Parameter .....	18
2.3.4.2. Erläuterung des CART-Verfahrens .....	19
3. Ergebnisse .....	20
3.1. Gesamtgruppe.....	20
3.1.2. Kontrollgruppe .....	22
3.1.3. COPD-Gruppe .....	24
3.1.3.1. Mittel- und hochgradige COPD zusammengefasst .....	30
3.2. Bearbeitung der Fragestellung COPD und Kontrollgruppe.....	31
3.3. Unterteilung nach LV-Funktion.....	39
3.3.1. Gesamtgruppe und LV-Funktion .....	39

3.4. Bearbeitung der Fragestellung Gesamtgruppe und LV-Funktion .....	41
3.5. LV-Funktion und COPD.....	42
3.5.1. Patienten ohne COPD mit unterschiedlicher LV-Funktion.....	45
3.6. Bearbeitung der Fragestellung Kontrollgruppe und LV-Funktion.....	48
3.7. COPD- Gruppe und LV-Funktion .....	51
3.8. Auswertung der Fragestellung COPD-Gruppe und LV-Funktion .....	57
3.9. Multivariate Analyse .....	Seite 60
3.9.1. Pulmonale Komplikationen und prognostische Parameter .....	60
3.9.2. Extrapulmonale Morbidität und prognostische Parameter.....	64
3.9.3. Mortalität und prognostische Parameter .....	67
3.9.4. Fazit der univariaten und multivariaten Analyse.....	68
4. Diskussion .....	70
4.1. Bedeutung der eigenen Ergebnisse .....	70
4.2. Diskussion der Fehlermöglichkeiten .....	72
4.3. Problematik des Resultatvergleiches .....	73
4.4. Diskussion im Zusammenhang der Literatur .....	75
5. Zusammenfassung .....	79
6. Literaturverzeichnis .....	80

## Verzeichnis der Abkürzungen

**AA** Absolute Arrhythmie bei Vorhofflattern oder Vorhofflimmern

**ACB-OP** Aorto-coronare Bypass Operation

**ACVB-OP** Aorto-coronar-venöse Bypass Operation

**ARDS** Adult respiratory distress syndrome

**ASA** American Society of Anesthesiologists' Physical assessment score

**ATS** American Thoracic Society

**AVB** atrioventrikulärer Block

**BMI** Body mass Index nach Quetelet: Gewicht in kg/Körpergröße in m<sup>2</sup>

**CABG** coronary artery bypass grafting

**COPD** chronic obstructive pulmonary disease

**ECC** extra corporal circulation  
**EF** Ejektionsfraktion  
**EGKS** Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl  
**ERS** European Respiratory Society  
**FEV<sub>1</sub>** Forcierte expiratorische Einsekundenkapazität  
**FVC** Forcierte Vitalkapazität  
**ICU** Intensive Care Unit = Intensivstation  
**KHK** Koronare Herzkrankheit  
**LIMA** Arteria mammaria interna links  
**LuFu** Lungenfunktionsdiagnostik  
**LV-Fkt** Linksventrikuläre Funktion  
**Max** Maximum  
**MIDCABG** minimal invasive direct coronary artery bypass grafting  
**Min** Minimum  
**OPCABG** off-pump coronary artery bypass grafting (ohne Einsatz ECC)  
**PEEP** Positive endexpiratoric pressure  
**POPC** Postoperative pulmonary complication  
**Ptx** Pneumothorax  
**PWN** prädiktiver Wert für ein negatives Testergebnis (prognostischer Parameter)  
**PWP** prädiktiver Wert für ein positives Testergebnis (prognostischer Parameter)  
**SR** Sinusrhythmus  
**SSS** Sick-sinus- syndrome  
**TIA** Transitorisch ischämische Attacke  
**VC** Vitalkapazität  
**VT** Ventrikuläre Tachykardie  
**WHS** Wundheilungsstörung

## **Definitionen**

**ARDS:** Syn.: Schocklunge, akute respiratorische Insuffizienz bei vorher lungengesunden Patienten durch pulmonale Schädigung unterschiedlicher Genese. Akute, häufig reversible Gastransport- oder Gasaustauschstörung.

**ASA:** Präoperative Risikoabschätzung nach der American Society of Anaesthesiologists Klassifizierung, ASA I = normaler, gesunder Patient, ASA II = Patient mit leichter Systemerkrankung, ASA III = Patient mit schwerer Systemerkrankung und Leistungsminderung, ASA IV = Patient mit schwerster Systemerkrankung und konstanter Lebensbedrohung, ASA V = moribunder Patient, der mit oder ohne OP die nächsten 24 Stunden nicht überlebt, ASA VI = für Hirntod erklärter Patient im Rahmen einer Organentnahme

**Atelektase:** Nicht mit Luft gefüllter Lungenabschnitt, radiologische und klinische Diagnose, Verlegung eines Segment-, Lappen- oder Stammbronchus, meist mit Minderung des Gasaustausches.

**AV-Knotenrhythmus:** Syn.: Knotenrhythmus, idioventrikulärer Rhythmus bei Sinusbradykardie

**Bronchopneumonie:** Akute Entzündung des unteren Respirationstraktes mit typischem bronchoskopischen Befund, positivem Erregernachweis oder typischen radiologischen Veränderungen (Infiltrate). Hier auch mit Tracheobronchitis zusammengefasst.

**COPD:** Lungenkrankheiten mit der Symptomtrias Husten, Auswurf und Dyspnoe sowie Obstruktion in Lungenfunktionsprüfung = Asthma bronchiale, chronische Bronchitis und Lungenemphysem.

**Dystelektase:** Radiologisch subsegmentalen bronchialen Minderbelüftungen entsprechend, ohne wesentliche Beeinträchtigung des Gasaustausches

**Ejektionsfraktion:** Prozentualer Anteil der Austreibungsfraktion am linksventrikulärem enddiastolischen Volumen

**FEV<sub>1</sub>:** Einsekundenkapazität = forciertes expiratorisches Volumen in der 1. Sekunde. Nach langsamer maximaler Einatmung, die in der ersten Sekunde mit maximaler Anstrengung schnellstmöglich ausgeatmete Luftmenge (absolute FEV1). **Relative FEV<sub>1</sub>** ist der auf die Ist-VC bezogenen Wert = **FEV<sub>1</sub>/VC-ratio**.

**Linksventrikuläre Funktion:** Unterteilung in normal (EF > 60%, LV-Gruppe I), leicht bis mittelgradig (EF 59-30%, LV-Gruppe II) und hochgradig (EF < 30%, LV-Gruppe III) nach Herzkatheterberechnung, echokardiographisch oder intraoperativer Beurteilung durch den Operateur.

**Respiratorische Insuffizienz:** Herabsetzung des Wirkungsgrades der Atmung durch pulmonale oder extrapulmonale Ursachen, zwei Formen: Partialinsuffizienz mit Hypoxämie und Globalinsuffizienz mit Hypoxämie, Hyperkapnie und Azidose.

**VC:** Maximal mobilisierbares Lungenvolumen, gemessen bei langsamer Inspiration nach vorausgegangener maximaler Expiration. Die **forcierte Vitalkapazität FVC** wird bei schneller Expiration gemessen, ist stets kleiner als langsam ausgeführte VC.

**Wundheilungsstörung:** Dokumentierter Wundheilungsdefekt mit Zeichen der Entzündung, Sezernierung, Adaptionstörung oder Nekrose im Bereich der Sternotomienäht.

# 1. Einleitung

## 1.1. Pathophysiologie der COPD

Die chronisch obstruktive Atemwegserkrankung ist ein übergeordneter Begriff für Lungenkrankheiten, die außer der Obstruktion in der Lungenfunktionsprüfung mit der Klinik von Husten, Auswurf und Dyspnoe in Ruhe und/oder Belastung einhergehen. Dazu zählen die chronische Bronchitis, das Asthma bronchiale und das Lungenemphysem (Definition der Europäischen Gesellschaft für klinische Physiologie der Atmung) <sup>[1]</sup>.

Die chronisch obstruktive Lungenerkrankung ist die häufigste Erkrankung der Atemwege und häufigste Ursache für eine respiratorische Insuffizienz. Mit dieser Krankheit leben circa 10-15 Mio. Patienten in Deutschland, vorwiegend Männer ab 50 Jahre.

Es besteht eine erhebliche Mortalität sowie Morbidität, die linear mit dem Alter zunimmt.

Ätiologisch gilt die COPD als eine multifaktorielle Erkrankung, die durch exogene Noxen und rezidivierende bronchopulmonale Infekte sowie endogene Faktoren entsteht. Sie ist progredient und exacerbiert zusätzlich akut durch Noxen. <sup>[2]</sup>

Pathophysiologisch zeigt sich initial eine mukoziliäre Insuffizienz mit Lähmung und folgender Zerstörung des Flimmerepithels. Es kommt zur vermehrten und abnormen Schleimsekretion, <sup>[3]</sup> vor allem in den größeren Bronchien. Die Schleimdrüsen hypertrophieren und es kann sich eine Plattenepithelmetaplasie entwickeln. Nach einer anfänglichen Hypertrophie atrophiert die Bronchialschleimhaut, die Bronchuswand verdünnt und erschlafft. Bei forcierter Expiration kollabieren die Bronchiolen und es resultiert eine ventilatorische Verteilungsstörung mit einer chronischen Erhöhung des Atemwegswiderstands. Die hohen Atemwegswiderstände, die verminderte Compliance der Lunge und ein erhöhter Ventilationsbedarf behindern die vollständige Ausatmung, es verbleibt ein Restvolumen in der Lunge, das nur bei längerer Expiration abgeatmet werden könnte, allerdings lässt das der erhöhte Ventilationsbedarf und die hohe Atemfrequenz nicht zu. Durch das endexpiratorische Restvolumen entsteht der auto- oder intrinsic-PEEP <sup>[2,3]</sup>. Unter schlechten Arbeitsbedingungen wie hohen Ausgangs-

volumina der Lunge, abgeflachtem Zwerchfell und einem erhöhtem Ventilationsbedarf leistet die Atemmuskulatur die chronische Arbeit der Widerstandserhöhung. Es kann zur Dekompensation bei z.B. Exacerbation, aber auch bei Myokardinsuffizienz kommen. Der pulmonale Gasaustausch ist gestört, durch Ventilations- und Perfusionsstörungen mit ventilatorischen Verteilungsstörungen in den obstruktiven Bereichen bis zu Dystelektasen mit venösen Shunts.

Die chronische Erhöhung der Atemwegswiderstände bedingt abhängig von der Progredienz typische Veränderungen wie eine Widerstandserhöhung in der Lungenstrombahn mit chronischer Belastung des rechten Ventrikels <sup>[4]</sup> und eine Beeinträchtigung des venösen Rückstroms durch die Zunahme des Lungenvolumens bis hin zur Überblähung, die COPD ist damit die häufigste Ursache für ein Cor pulmonale. Die Ursachen für eine eventuell begleitende Linksherzinsuffizienz kann man nur bedingt ableiten <sup>[5]</sup>. Für die pathologisch-anatomisch gesicherte Hypertrophie des linken Ventrikels bei chronischem Cor pulmonale werden viele Faktoren noch hypothetisch diskutiert, <sup>[4]</sup> wie z.B. chronische Hypoxie verbunden mit Hyperkapnie und Azidose, Katecholaminwirkungen wie Tachykardie, Hypervolämie und erhöhtes HZV, bronchopulmonale Shunts, veränderte Herzgeometrie bei Rechtsherzhypertrophie, Verbund der Herzmuskelfasern zwischen rechtem und linken Ventrikel (transseptales Synzytium) und schließlich zunächst unerkannte kardiovaskuläre Erkrankungen wie labiler arterieller Hypertonus oder koronare Gefäßerkrankung. <sup>[6]</sup> Wenn es auch divergente Meinungen bezüglich der Häufigkeit klinisch relevanter Störungen des linken Ventrikels infolge isoliertem Cor pulmonale gibt, so ist doch sicher, dass eine zusätzliche auftretende Linksherzinsuffizienz durch eine KHK die ohnehin eingeschränkte Prognose des Cor pulmonale noch erheblich verschlechtert. <sup>[7]</sup>

## 1.2. COPD und CABG

Patienten mit COPD haben allgemein postoperativ ein deutlich vermehrtes Risiko für pulmonale Komplikationen. <sup>[8,9,10,11,12,13,14,15,16,17]</sup> und erhöhte Mortalität <sup>[18,19,20,21]</sup> Insbesondere bei thorakalen Eingriffen, wie z.B. CABG, konnte eine erhöhte Rate von ernsthaften pulmonalen Komplikationen und Todesfällen beobachtet

werden.<sup>[22,23,24,25,26,27]</sup> Pulmonale Obstruktion hat sich als Risikofaktor für erhöhte Mortalität bei CABG-Patienten etabliert,<sup>[28]</sup> so hat die Society of Thoracic Surgeons COPD als operativen Mortalitätsrisikofaktor eingeschätzt.<sup>[29]</sup> Ebenso wird diese Atemwegserkrankung im Cleveland Clinic Score<sup>[30,31]</sup> bewertet, und die Veteran Administration<sup>[32]</sup> zeigte für ACB-Patienten mit  $FEV_1 < 1.25$  l eine sigifikant deutlich erhöhte Mortalitätsrate. Eine generelle Aussage über ein erhöhtes Risiko für COPD-Patienten bei CABG zu treffen ist schwierig<sup>[33]</sup>, sinnvoll ist die Beobachtung von Patienten mit unterschiedlichem klinischen Schweregrad der Obstruktion hinsichtlich Morbidität und Mortalität. So haben Patienten mit leichter bis mittlerer Obstruktion wohl keine erhöhte Sterblichkeit nach ACB-Operation,<sup>[34]</sup> bei Pat. mit erhöhtem Lebensalter, schwerer Obstruktion und Steroideinnahme fand sich allerdings eine deutlich erhöhte Mortalität.<sup>[8,35]</sup> Inwieweit die präoperative Lungenfunktionsprüfung im Allgemeinen, also auch bei Lungengesunden, eine Aussage über die Inzidenz von postoperativer Morbidität und Mortalität machen kann bleibt umstritten.<sup>[36]</sup> Ein klinischer Score wie z.B. die ASA Klassifizierung des physischen Status des Patienten, scheint in Vorhersagbarkeit von pulmonalen Komplikationen der Lungenfunktionsdiagnostik überlegen, da diese pulmonale sowie extrapulmonale Faktoren berücksichtigt.<sup>[9,23,37,38]</sup> Die Besonderheiten der coronaren Bypasschirurgie mit Einsatz der Herzlungenmaschine müssen bei der Bewertung von pulmonalen Komplikationen berücksichtigt werden. Die Ursachen für die meist zu beobachtende pulmonale Dysfunktion nach kardiopulmonalem Bypass bleiben noch unklar. Es wird eine Aktivierung des Komplementsystems mit Einfluß auf die alveoläre Stabilität der Lunge durch Inflammationsreaktionen diskutiert<sup>[39,40,41]</sup>, eine Sequestration von neutrophilen Granulozyten (mit Anstieg der Konzentration von freien Radikalen) in das Lungengewebe während des kardiopulmonalen Bypasses wird ebenfalls beschrieben.<sup>[42]</sup> Normothermie, milde Hypothermie und Bypasstemperaturen bis 28°C haben hingegen keinen Einfluß auf das Auftreten von pulmonaler Dysfunktion<sup>[43]</sup> Bei der Sternotomie kommt es in der Regel nicht zu signifikanten Verletzungen des Lungengewebes, Veränderungen der postoperativen Lungenfunktion bei Lungengesunden sind meist bedingt durch die mechnischen Veränderungen des Thoraxraumes selbst.<sup>[44,45]</sup> Die Eröffnung der Pleura ist ein weiterer negativer Einfluß auf die respiratorische Funktion des CABG-Patienten.<sup>[46]</sup> Es zeigt sich eine deutlichere Reduktion der Lungenfunktion

postoperativ bei der Verwendung von LIMA-Bypassgrafts als bei alleiniger venöser Bypassversorgung bei ansonsten unbeeinträchtigten Blutgasanalysewerten.<sup>[47]</sup> Eine Verwendung der A. mammaria interna als Graft, bzw. das Eröffnen der Pleura und die Versorgung mit einer Pleuradrainage wirken sich bei Atemwegsobstruktiven Pat meist negativ auf die pulmonale Funktion aus.<sup>[48,49,50]</sup> Es konnte bei Lungengesunden gezeigt werden, dass nach CABG durch den Effekt der Sternotomie und den kardiopulmonalen Bypass die Lungenfunktion in der postoperativen Phase um bis zu einem Drittel des präoperativen Status sank.<sup>[23,51]</sup> Bei pulmonal obstruktiven Patienten kann diese postoperative Reduktion des FEV<sub>1</sub> den grenzwertigen pulmonalen Zustand zur Dekompensation bringen.

Das Auftreten einer postoperativen Pneumonie bei COPD Patienten geht mit einer bis zu 5fach erhöhten Mortalität einher.<sup>[8,52]</sup> Der Hauptfaktor für extrapulmonale Todesursachen bei COPD-Patienten sind atriale und ventrikuläre Arrhythmien.<sup>[51,53,54]</sup> Die Assoziation von COPD und erhöhter Inzidenz von ventrikulären und atrialen Arrhythmien ist gut beschrieben.<sup>[55,56,57,58,59]</sup> Gleichzeitig sind Arrhythmien, vorwiegend atrial, auch gehäuft nach ACB-Operationen zu sehen<sup>[10,59,60,61]</sup>. Diese sind in der Regel benigne und nur kurzanhaltend<sup>[62]</sup>. Allerdings kann bei reduzierter linksventrikulärer Funktion, hypertrophiertem Ventrikel und langanhaltenden Vorhofftachykardien die Hämodynamik deutlich kompromittiert werden.<sup>[62]</sup> Der Einsatz von Betablockern zur Therapie dieser Rhythmusereignisse wird bei COPD-Patienten durch die dadurch ausgelöste Bronchospastik limitiert.<sup>[10]</sup>

Die postoperative Beatmungszeit ist bei COPD-Patienten meist signifikant verlängert,<sup>[51,63]</sup> dadurch sind Tracheotomien bei langzeitbeatmeten COPD-Patienten vermehrt notwendig.<sup>[8]</sup> Auch Sternuminfektionen<sup>[64]</sup> und Mediastinitis nach ACB-OP finden sich gehäuft in dieser Patientengruppe<sup>[51,65,66,67,68]</sup>. Insgesamt haben die Patienten mit pulmonaler Obstruktion signifikant verlängerte Aufenthalte auf der Intensivstation und längere Liegezeiten in der Peripherie, mit den damit verbundenen sozioökonomischen Mehrbelastungen.<sup>[51,65,66,67,68,69]</sup> Aktuelle Studien über off-pump Koronarby-passversorgung im Vergleich zur konventionellen Bypasschirurgie zeigten für OPCABG-Patienten kürzere Verweilzeiten auf der Intensiv- und Pflegestation,<sup>[70,71]</sup> es ergab sich kein Vorteil dieser Versorgung bezüglich dem Auftreten von atrialen Herzrhythmusstörungen<sup>[72,73]</sup> und postoperativer Mortalität.<sup>[74]</sup> Auch bei high-risk

Patienten, die sich einer Bypassoperation unterzogen, zeigten sich keine Unterschiede in der Mortalität bei der MIDCABG-Versorgung im Vergleich zur low-risk Gruppe mit konventionellem Bypassgrafting,<sup>[75]</sup> allerdings hatten off-pump COPD-Patienten durch eine verringerte Mortalität und geringere Intubationszeiten einen Benefit<sup>[28]</sup>. Patienten mit chronisch obstruktiven Atemwegserkrankungen profitieren von OPCABG und MIDCABG mit kürzeren postoperativen Liegezeiten auf der Intensivstation (im Vergleich zur COPD-Gruppe nach konventioneller ACB-Operation), aber sonst gleicher pulmonaler Morbidität (Atelektasen) und postoperativ deutlich reduzierter forcierter Vitalkapazität. Bei der postoperativ bestimmten FEV<sub>1</sub> zeigte sich nur bei der konventionell versorgten COPD-Gruppe eine deutliche Verringerung zum Ausgangsbefund.<sup>[76]</sup>

Eine präoperative kurzfristige Vorbereitung des COPD-Patienten mittels intensiver Atemtherapie bleibt umstritten. Obwohl sich die Lungenfunktions- und Blutgasparameter dadurch günstig beeinflussen lassen, ist die Reduktion der Morbidität und Mortalität in der Regel nicht statistisch signifikant nachweisbar.<sup>[77,78,79]</sup> Postoperative Atem-Physiotherapie zeigt allerdings einen Benefit für Lungengesunde und pulmonal Kranke in Hinblick auf die Reduktion von POPC, dabei scheinen die unterschiedlichen Methoden äquivalent in ihrer Wirksamkeit zu sein.<sup>[12,14,80,81]</sup>

### 1.3. Zielsetzung

Ziel dieser Studie ist, festzustellen, ob COPD Patienten nach CABG-Operationen im Vergleich zur Kontrollgruppe eine erhöhte Inzidenz von pulmonalen (respiratorische Insuffizienz, Bronchopneumonien, Pneumothoraces, Atelektasen, längere Beatmungszeit) und extrapulmonalen Komplikationen (Rhythmusereignisse, neurologische Komplikationen, Sternumwundheilungsstörungen, Sternumdehiszenz, Mediastinitis, längerer ICU- und Peripherieaufenthalt) und eine erhöhte Mortalität haben. Dieses soll anhand des Schweregrades der Obstruktion und der linksventrikulären Funktion zusätzlich differenziert werden. Es sollen Risikofaktoren ermittelt werden, um eine Vorhersehbarkeit dieser Morbidität/Mortalität zu ermöglichen und um damit eine präoperative Risiko-Einschätzung der Patienten durchführen zu können.

## 2. Material und Methoden

### 2.1. Patientenauswahl

Untersucht wurden retrospektiv die Daten von 355 Patienten mit KHK nach aorto-coronarer Bypassoperation, die in der Abteilung für Herz- und Gefäßchirurgie im Jahr 2000 operiert und postoperativ betreut wurden.

Es wurden 2 Gruppen gebildet, eine Kontrollgruppe aus lungengesunden KHK-Patienten und eine Gruppe von Patienten mit der Zusatzdiagnose COPD. Diese wurden bei Vorhandensein einer präoperativen Lungenfunktionsdiagnostik in die Studie aufgenommen. Die Gruppe unterteilt sich weiter nach Schweregrad der COPD in drei Untergruppen. Diese Unterteilung erfolgte nach den EGKS Kriterien <sup>[82]</sup> ( $FEV_1 + FVC$  85-71% leichte Bronchialobstruktion,  $FEV_1 + FVC$  70-41% mittlere und  $FEV_1 + FVC$  40-10% der Norm schwere Bronchialobstruktion).

Beide Gruppen wurden jeweils nach der linksventrikulären Funktion in drei Gruppen eingeteilt. Nach der EF, echokardiographisch oder der intraoperativen Beurteilung durch den Operateur wurde die Pumpfunktion als normal, leicht- bis mittelgradig (EF 50-30%) oder hochgradig (EF<30%) reduziert gewertet.

COPD-Patienten ohne Lungenfunktionsdiagnostik und Patienten mit anderen vorbestehenden pulmonalen Erkrankung wurden aus der Studie ausgeschlossen.

Alle Auswertungen wurden mit dem Programmpaket STATISTICA der Firma StatSoft, Inc., Tulsa, USA durchgeführt (StatSoft, Inc.: STATISTICA für Windows [Computer-Programm- Handbuch, Version 5.5]).

### 2.2. Untersuchte Faktoren

Bei allen Patienten wurde das Geschlecht, Alter, der BMI, die linksventrikuläre Funktion, der präoperativ vorliegende Herzrhythmus, die ASA-Einteilung durch den aufklärenden Anaesthesisten von I bis V, die Operationsart (rein venöse Bypassversorgung oder LIMA-Bypass) und die Dringlichkeit der Operation (elektive

Operation, dringlich, d. h. Operation innerhalb 24 Stunden oder Notfall, d. h. Operation innerhalb der nächsten 4 Stunden - analog zum Narkoseprotokoll) erhoben. Weiterhin wurde die Operationsdauer, die ECC-Zeit, die postoperative Beatmungsdauer, der postoperative Aufenthalt auf der Intensivstation und der peripheren Station ermittelt. Als Komorbiditäten zur koronaren Herzerkrankung wurde außer der COPD das Vorliegen eines Diabetes mellitus, Niereninsuffizienz im Stadium der Kompensation (Serumkreatinin  $> 1,8$  mmol/l) oder cerebrovaskuläre Erkrankung im Sinne eines präoperativen cerebralen Insultes und/oder TIA aufgeführt.

Die pulmonalen Komplikationen unterteilten sich in Pneumothorax, Dystelektase (radiologisch), Atelektase (radiologisch, mit eingeschränktem Gasaustausch), Dyspnoe, Bronchopneumonie (mit radiologisch Infiltraten, bronchoskopischer Diagnosestellung und/oder positivem mikrobiologischem Befund, zusammengefasst mit Tracheobronchitis), Reintubation (auch cardialer Ursache) und ARDS. Respiratorische Insuffizienz, die mittels intensiver „forcierter“ Atemtherapie behandelt wurde, wurde ebenfalls registriert.

Extrapulmonale Komplikationen waren postoperative Rhythmusereignisse (AA, SSS, AVB, VT, Bradykardie i. S. e. AV-Knotenrhythmus), sternale Wundheilungsstörungen, Mediastinitis, Sternumdehiszenz, Nachblutung mit Transfusion von Blutprodukten, Rethorakotomie bei Blutung und/oder Tamponade. Desweiteren wurde die Inzidenz von perioperativer Myokardischämie (EKG-Veränderungen, laborchemisch und/oder postoperativ echokardiographische Befundverschlechterung) ermittelt.

Postoperativ neuaufgetretene neurologische Komplikationen wurden in TIA/Insult oder periphere Nervenläsionen unterteilt. Todesfälle wurden in cardiales oder extracardiales Versterben gegliedert.

Bei den COPD-Patienten wurde der Schweregrad der COPD anhand der klinischen Ausprägung und der Spirometrie erhoben, hier FEV<sub>1</sub>, FVC und, falls vorhanden, FEV<sub>1</sub>/VC-ratio.

## 2.3. Deskriptive Darstellung der Daten

Unterschieden wird im Rahmen dieser Auswertung nach intervallskalierten, rangskalierten und nominalskalierten Variablen. Bei intervallskalierten Variablen sind die Abstände aufeinander folgender Intervalle konstant (hier: ECC-Dauer). Bei rangskalierten Variablen sind die Untersuchungsobjekte nach einem objektiven Merkmal geordnet (hier: ECC-Dauer in Kategorien).

Bei nominalskalierten Variablen sind die Untersuchungsobjekte in Merkmalsklassen geordnet, die keine objektive Reihenfolge darstellen (hier: Geschlecht [w / m]) Für intervallskalierte und rangskalierte Variablen (im Folgenden als „stetige“ Variablen bezeichnet) werden folgende Kennwerte berechnet: Gült. N - Anzahl der gültigen Werte Mittelw. - arithmetischer Mittelwert. Median - 50% der Werte der Stichprobe sind kleiner als der Median, 50% sind größer als der Median. Minimum - Minimum. Maximum - Maximum. Unteres/Oberes Quartil - unteres / oberes Quartil (25% sind kleiner als das untere Quartil, 75% sind größer; 75% sind kleiner als das obere Quartil, 25% sind größer). Quartil Abstand - Abstand zwischen unterem und oberem Quartil. Stdabw. - Standardabweichung. Für rangskalierte und nominalskalierte Variablen (im Folgenden als „diskrete“ Variablen bezeichnet) wird die Anzahl der Werte in jeder Kategorie und deren Anteil an der Gesamtzahl (in Prozent) berechnet.

### 2.3.1 Statistische Bearbeitung der einzelnen Fragestellungen

Die in der Aufgabenstellung genannten Untersuchungen beziehen sich auf die Ermittlung von Zusammenhängen oder Unterschieden, wobei nach "abhängigen" und "unabhängigen" Untersuchungen differenziert wird.

Abhängige Untersuchungen sind solche, die an denselben Fällen durchgeführt werden (zum Beispiel Erfolg einer Behandlungsmethode zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten für eine Gruppe von Patienten). Unabhängig heißen Untersuchungen, denen unterschiedliche Fälle zugrunde liegen (zum Beispiel Behandlungserfolg bei unterschiedlichen Patientengruppen).

Mit Hilfe der statistischen Auswertung sollen einerseits Kennwerte von Variablen wie zum Beispiel Mittelwerte für Teilgruppen der Daten berechnet werden. Darüber hinaus sind auch Aussagen zur Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Patienten mit den gleichen Voraussetzungen (die "Grundgesamtheit") von Interesse. So soll zum Beispiel untersucht werden, ob ein Unterschied zwischen zwei Gruppen auf zufällige Abweichungen von einem in beiden Gruppen in Wirklichkeit gleichen Mittelwert zurückzuführen sein kann oder ob er als statistisch bedeutsam anzusehen ist.

Dazu werden die im Folgenden beschriebenen Tests durchgeführt. Sie untersuchen jeweils eine sinnvoll gewählte "Nullhypothese" zu der aufgeworfenen Fragestellung auf ihre Bestätigung oder Ablehnung für die Grundgesamtheit. Ergebnis eines jeden Tests ist die Irrtumswahrscheinlichkeit  $p$ . Je kleiner  $p$ , desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein postulierter Zusammenhang oder Unterschied zwischen Stichproben tatsächlich existiert.

Die für einen Test aufgestellte Nullhypothese wird üblicherweise abgelehnt, wenn  $p$  kleiner als 0,05 (= 5%) ist. Ein Testergebnis wird dann als "statistisch signifikant" bezeichnet. Der Zusammenhang oder Unterschied kann in diesem Fall nicht nur für die untersuchte Stichprobe sondern auch für die Grundgesamtheit angenommen werden. Für den Fall  $p > 0,05$  spricht man von einem nicht signifikanten Ergebnis. Die Nullhypothese wird in diesem Fall beibehalten, ein Zusammenhang oder Unterschied ist dann nicht mit ausreichender Sicherheit nachzuweisen. Bei einem  $p > 0,05$ , aber  $< 0,10$  kann man von einem tendenziellen Ergebnis sprechen, insbesondere bei kleinerer Stichprobengröße.

Bei dieser Auswertung kommen nur unabhängige Fragestellungen vor.

### 2.3.2. Unterschiede in den Mittelwerten stetiger Variablen

Für diesen Fall (zum Beispiel Vergleich der Beatmungsdauer bei Patienten mit und ohne COPD) steht der U-Test von Mann und Whitney zur Verfügung <sup>[83]</sup>. Er prüft die Nullhypothese: "Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Beobachtung in einer Stichprobe größer ist als eine beliebige gezogene Beobachtung einer anderen Stichprobe ist gleich

1/2." Anders ausgedrückt: „Die Stichproben unterscheiden sich nicht hinsichtlich des Medians“.

Für die Durchführung des U-Tests werden alle Werte der stetigen Variablen der Größe nach geordnet. Dem kleinsten Wert wird die Rangzahl 1, dem zweitkleinsten die Rangzahl 2 usw. zugeordnet. Die Rangzahlen werden getrennt nach Kategorien der diskreten Variablen addiert und daraus eine Prüfgröße U berechnet. Auch hierzu können Einzelheiten dem Buch von Sachs entnommen werden. Durch Vergleich mit der so genannten Standardnormalverteilung erhält man den Wert für die Irrtumswahrscheinlichkeit p.

Bestehen für die diskrete Variable mehr als zwei Kategorien, dann ist die Durchführung der Varianzanalyse von Kruskal und Wallis (H-Test) erforderlich. Der H-Test ist eine Verallgemeinerung des U-Tests auf mehrere Stichproben <sup>[83]</sup> und wird in ähnlicher Weise durchgeführt.

Ein statistisch signifikantes Resultat des Kruskal–Wallis–H–Tests deutet darauf hin, dass mindestens eine Gruppe statistisch signifikant von den anderen abweicht. Mit Hilfe eines Post–hoc–Tests von Tykey und Kramer <sup>[83]</sup> können für die paarweisen Vergleiche kritische Rangsummendifferenzen bestimmt werden, die abhängig von der Stichprobengröße sind und deshalb für jeden Vergleich individuell zu berechnen sind. Übersteigt die Differenz der Rangsummen zweier Gruppen diesen Wert, dann unterscheiden sie sich statistisch signifikant hinsichtlich ihrer zentralen Tendenz.



### 2.3.3. Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung diskreter Variablen

Die Einteilung von zwei Stichproben (A und B) (hier zum Beispiel Patienten mit und ohne COPD), die nach zwei Ausprägungen eines Merkmals (M1 und M2) aufgeteilt sind (hier zum Beispiel Geschlecht), führt zur Aufstellung einer Vierfeldertafel mit den Besetzungszahlen a, b, c und d:

	Stichprobe		
Merkmal	A	B	
M1	a	c	S1 = a+c
M2	b	d	S2 = b+d
	S3 = a+b	S4 = c+d	

Mit dem  $\chi^2$ -Test für die Auswertung von Vierfeldertafeln<sup>[83]</sup> kann sie daraufhin überprüft werden, ob die Stichproben sich hinsichtlich des untersuchten Merkmals unterscheiden oder nicht. Ob sie also als Zufallsstichprobe aus einer durch die Randsummen repräsentierten Grundgesamtheit aufgefasst werden können. Als "Randsumme" werden dabei die 4 Summen  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  und  $S_4$  bezeichnet. Der Test prüft die Nullhypothese: Die Besetzungszahlen der Vierfeldertafel sind proportional zu den Randsummen (Anders gesagt: Beide Stichproben unterscheiden sich nicht hinsichtlich des untersuchten Merkmals).

Aus den Besetzungszahlen  $a$ ,  $b$ ,  $c$  und  $d$  wird dazu eine Prüfgröße  $\chi^2$  berechnet und daraus mit Hilfe der  $\chi^2$ -Verteilungsfunktion die Irrtumswahrscheinlichkeit  $p$  ermittelt. Eine Verallgemeinerung auf mehrere Stichproben und/oder mehrere Merkmale bietet die Darstellung in einer  $k \times c$ -Felder-Tafel, die ebenfalls mit Hilfe des  $\chi^2$ -Tests auf statistisch signifikante Unterschiede hinsichtlich der Merkmalsausprägungen untersucht werden kann<sup>[83]</sup>.

### 2.3.4. Beschreibung der Risikoanalyse

Vorgesehen ist eine Risikoanalyse, mit deren Hilfe dargestellt werden soll, welchen Einfluss einzelne Risikofaktoren auf die drei Morbiditäts- bzw. Mortalitätsparameter haben. Die Untersuchung wird für jeden Parameter zweistufig durchgeführt. Im ersten Schritt werden die Einflussfaktoren einzeln auf ihre prognostische Wertigkeit für jeden der drei Morbiditäts- bzw. Mortalitätsparameter untersucht. Im zweiten Schritt wird mit Hilfe des CART-Verfahrens ein multivariater Ansatz gewählt, der eine gleichzeitige Berücksichtigung aller Einflussparameter hinsichtlich ihrer prognostischen Wertigkeit erlaubt.

#### 2.3.4.1. Erläuterung der prognostischen Parameter

Aufgrund eines Parameters, dessen Wert bekannt ist (hier zum Beispiel Geschlecht  $w / m$ ), wird auf das Auftreten eines Ereignisses (hier zum Beispiel pulmonales Ereignis) geschlossen. Die Brauchbarkeit des Parameters Geschlecht zur Prognose des Ereignisses wird mit einer aus 4 Feldern bestehenden Kontingenztafel und daraus abgeleiteten Größen beurteilt<sup>[83]</sup>.

Test	Befund	
	P ja	P nein
m	a	c
w	b	d

a, b, c und d sind die Besetzungszahlen der Tafel. a ist z.B. die Anzahl der Personen, die sowohl ein positives Testergebnis (Männer) als auch ein pulmonales Ereignis aufweisen. c ist die Anzahl der sogenannten "falsch positiven" Testergebnisse, b die Anzahl der sogenannten "falsch negativen" Testergebnisse. Zur Beurteilung des Tests werden aus der Kontingenztafel folgende Größen berechnet:

**Sensitivität (SEN)** - Wahrscheinlichkeit, dass ein pulmonales Ereignis (PE) korrekt prognostiziert wird:

$$SEN = \frac{\text{Anz. korrekt erkannter PE}}{\text{Anzahl aller PE}}$$

**Spezifität (SPE)** - Wahrscheinlichkeit, dass ein Patient ohne PE als solcher erkannt wird:

$$SPE = \frac{\text{Anz. korrekt erkannter Nicht - PE}}{\text{Anzahl aller Nicht - PE}}$$

**Prävalenz (PRZ)** - Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines PE in der Stichprobe:

$$PRZ = \frac{\text{Anz. aller PE}}{\text{Stichprobengröße}}$$

**prädiktiver Wert für ein positives Testergebnis (PWP)** - dies ist die Wahrscheinlichkeit, dass für einen Proband mit positivem Testergebnis ein späteres PE dokumentiert ist:

$$PWP = \frac{PRZ * SEN}{PRZ * SEN + (1 - PRZ) * (1 - SPE)}$$

**prädiktiver Wert für ein negatives Testergebnis (PWN)** - dies ist die Wahrscheinlichkeit, dass für einen Proband mit negativem Testergebnis ein späteres PE nicht dokumentiert ist:

$$PWN = \frac{(1 - PRZ) * SPE}{(1 - PRZ) * SPE + PRZ * (1 - SEN)}$$

### 2.3.4.2. Erläuterung des CART-Verfahrens

Klassifikationsbäume werden dazu verwendet, die Werte einer abhängigen diskreten Variablen (hier: pulmonales Ereignis ja / nein) vorherzusagen oder zu erklären <sup>[84]</sup>. Dabei wird ein hierarchisch strukturierter „Baum“ entwickelt, der eine schrittweise Aufteilung („Split“) der zu klassifizierenden Stichprobe in diese vorgegebenen Gruppen mit Hilfe von Prädiktorvariablen (hier zum Beispiel Geschlecht, Alter, BMI, linksventrikuläre Funktion usw.) erlaubt. Dazu wird die Gesamtheit aller Fälle der Stichprobe, zusammengefasst im "Wurzelknoten" des Baumes, im ersten Schritt in 2 "Knoten" aufgeteilt. Die Zuteilung der einzelnen Fälle zu den beiden Knoten geschieht anhand des Wertes eines ausgewählten Prädiktors (zum Beispiel "Alter  $\leq$  50 Jahre" - Linker Knoten; "Alter  $>$  50 Jahre" - Rechter Knoten).

Die Auswahl des Prädiktors und der Verzweigungsregel geschieht so, dass die resultierende Aufspaltung in Hinblick auf die abhängige Variable möglichst große Unterschiede zwischen und möglichst wenig Variation innerhalb der Knoten produziert. Die resultierenden Knoten werden mit der gleichen Zielsetzung schrittweise weiter verzweigt, bis nach einem festzulegenden Kriterium eine weitere Aufspaltung nicht mehr sinnvoll erscheint. Ist die Zielvariable eine qualitative Variable (die die Zugehörigkeit zu einer von [wenigen] Klassen kennzeichnet), so ist CART als Klassifikationsverfahren und damit als Alternative zur klassischen Diskriminanzanalyse anzusehen. Die entstandenen Endknoten (bzw. die darin liegenden Fälle) werden dann jeweils einer der angegebenen Klassen zugeordnet. Im Verlauf der Analyse wird für jeden Knoten  $i$  untersucht, welchen Stellenwert die  $n$  unabhängigen Parameter für die Differenzierung der gegebenen Stichprobe in die Zielgruppen (abhängige Variable) haben. Daraus ergibt sich für jeden Knoten eine Rangfolge von Einflussgrößen. Die Einflussgröße mit dem besten Differenzierungsvermögen erhält für den Knoten  $i$  den Rang  $n$ , diejenige mit dem geringsten Differenzierungsvermögen den Rang 1. Für den endgültig gewählten Baum wird für jede Einflussgröße die Summe aller Ränge über alle Knoten gebildet und in % der höchsten Einzelsumme ausgedrückt.

Die Ränge sind also ein Maß für den Vergleich des Differenzierungsvermögens der verschiedenen Einflussgrößen oder für die Bedeutung der einzelnen unabhängigen Parameter für die Differenzierung. Als Ergebnis wird eine Tabelle mit der Bedeutung der

einzelnen unabhängigen Parameter für die Klassifikation ausgegeben. Außerdem eine Grafik, die die hierarchische Struktur des gefundenen Klassifikationsbaumes zeigt. Zusätzlich wird in einer Tabelle die Häufigkeitsverteilung der tatsächlichen sowie der durch den Baum gefundenen Klassifikation der Fälle gegenübergestellt.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Gesamtgruppe (n = 355)

Für die stetigen Variablen wurden folgende Werte berechnet:

das mittlere Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation betrug 65,1 Jahre  $\pm$  9,6 (Median 65,3 Jahre, Min 32,7, Max 82,6 Jahre).

Der BMI war  $27,2 \pm 4,2 \text{ kg/m}^2$  (Median  $26,9 \text{ kg/m}^2$ , Min  $16 \text{ kg/m}^2$ , Max  $49,4 \text{ kg/m}^2$ ).

Die OP-Dauer lag durchschnittlich bei 211 min  $\pm$  48 min (Median 205, Min 112 min, Max 480 min), die ECC-Dauer betrug 102 min  $\pm$  29 min (Median 99 min, Min 0, Max 300 min). Die Patienten wurden 31 Stunden  $\pm$  109 postoperativ beatmet, der Medianwert lag hier bei 10 Stunden, Min 0 Stunden (durch intraoperatives oder unmittelbar postoperatives Versterben) max. 1296 Stunden. Der durchschnittliche Aufenthalt auf der Intensivstation waren  $66 \pm 130$  Stunden, der Median lag bei 24 Stunden, Min 0 Stunden (s.o.), maximal 1752 Stunden (=73 Tage). Der Aufenthalt auf der peripheren Station bis zur Entlassung des Patienten betrug im Durchschnitt 7,2 Tage  $\pm$  3, im Median 7 Tage, Min 0 Tage Max 29 Tage. Der Gesamtaufenthalt lag bei 10 Tagen  $\pm$  6, Median 9, Min 0, Max 98 Tage.

Die diskreten Variablen zeigten folgende Häufigkeitsverteilungen:

Es wurden 276 (77,7%) Männer coronarchirurgisch versorgt, 255 Patienten (71,8%) waren bis 70 Jahre alt, 100 Patienten (28,2%) älter.

Die linksventrikuläre Funktion war bei 173 Patienten (=48,7%) regulär, bei 121 Patienten leicht (=34,1%) und bei 61 Patienten (=17,2%) hochgradig eingeschränkt. Die ASA-

Einteilung verteilte sich auf ASA II 12 Patienten (=3,4%), ASA III 314 Patienten (88,5%), ASA IV 28 Patienten (7,9%) und ASA V 1 Patient (0,3%).

111 Patienten (= 31,3 %) hatten einen Diabetes mellitus, 41 Patienten (= 11,5% %) eine kompensierte Niereninsuffizienz und n = 36 (= 10,1%) einen Zustand nach präoperativ erlittenem cerebralen Insult und/oder TIA. Von den Patienten mit Diabetes entwickelten n = 26 eine Bronchopneumonie (23,4%) und n = 26 sternale WHS (23,4%). Die Patienten mit bereits bestehenden neurologischen Störungen entwickelten postoperativ in n = 7 Fällen neu aufgetretene zentrale neurologische Störungen (19,4%), n = 3 (8,3%) verstarben aus extracardialen Ursachen.

Bei 312 Patienten lag präoperativ ein Sinusrhythmus vor (87,9%), 23 Patienten hatten eine absolute Arrhythmie (6,5%), 17 Patienten eine intermittierende absolute Arrhythmie (4,8%), 2 Patienten einen höhergradigen AV-Block (0,6%) und 1 Patient ein Sick-Sinus-Syndrom (0,3%). Es lag damit bei 43 Patienten (12,1%) ein pathologischer Rhythmus vor.

Eine Versorgung mit einem A. mammaria interna Graft erhielten 332 Patienten (93,5%), die restlichen 23 Patienten wurden mit rein venösen Grafts versorgt (6,5%). Es wurden elektiv 275 Patienten operiert (77,5%), als dringlich galten 48 Operationen (13,5%), Notfalleingriffe waren bei 32 Patienten notwendig (9%).

Es traten bei 203 Patienten (57,2%) postoperativ **pulmonale Komplikationen** auf. **Pneumothoraces** kamen bei 24 Patienten vor (6,8%), **Dystelektasen** bei 103 (29%), **Atelektasen** bei 45 (12,7%), Dyspnoe bei 12 (3,4%), **Bronchopneumonien** bei 32 (9%). Ein postoperatives **ARDS** bei 5 (1,4%), **Reintubationen** bei 17 Patienten (4,8%), forcierte Atemtherapie bei 2 Patienten (0,6%).

Bei 216 Patienten (60,8%) traten **extrapulmonale Komplikationen** auf, die sich wie folgt untergliedern:

Postoperativ kam es bei 103 Patienten zu einer absoluten Arrhythmie (29%), 9 Patienten entwickelten ventrikuläre Tachykardien (2,5%), 6 Patienten (1,7%) hatten höhergradige AV-Blockierungen, 2 Patienten hatten ein SSS (0,6%), 5 AV-Knotenrhythmus (1,4%), und bei 8 Patienten kam es zu einer Kombination aus AA und AV-Block (2,3%) bzw.

bei 5 zu AA und VTs (1,4%). Unter Berücksichtigung des präoperativen Herzrhythmus verschlechterte sich dieser also bei 120 Patienten (33,8%).

**Sternale Wundheilungsstörungen** wurden bei 58 Patienten (16,3%) erhoben, zu einer **Sternumdehiszenz** kam es bei 5 Patienten (1,4%), eine **Mediastinitis** trat bei 3 Patienten (0,8%) auf. Bei 56 Patienten kam es (15,8%) zu **postoperativen Blutungen**, die Transfusionen von Blutpräparaten notwendig machten, bei 7 Patienten zu Blutungen, mit Indikation zur **Rethorakotomie** (2%).

**Neurologische postoperative Komplikationen** traten bei 31 Patienten auf, diese unterteilten sich in TIA/Insult in 26 Fällen (7,3%) und periphere Läsionen in 5 (1,4%) Fällen.

Bei 34 Patienten kam es zu einer peri- oder postoperativen **Myokardischämie** (9,6%).

16 Patienten verstarben im Rahmen der operativen Versorgung (4,5%), davon 10 (2,8%) cardial und 6 (1,7%) aus extracardialen Ursachen.

### 3.1.2. Kontrollgruppe (n = 294)

Stetige Variablen: Die Kontrollgruppe hatte ein durchschnittliches Alter von 64,8 Jahren  $\pm$  9,7 (Median 65,3 Jahre, Max 82,6, Min 32,7 Jahre). Der BMI war  $27,1 \text{ kg/m}^2 \pm 4,1$  (Median  $26,9 \text{ kg/m}^2$ , Max  $49,4 \text{ kg/m}^2$ , Min  $16,2 \text{ kg/m}^2$ ). Die OP-Dauer im Mittelwert lag bei 210 min  $\pm$  48 (Median 205, Max 480 min, Min 115 min). Die ECC-Zeit betrug im Mittel 100 min  $\pm$  28 (Median 97,5, Max 300, Min 46 min). Die postoperative Beatmungsdauer war 24 Stunden  $\pm$  82 (Median 9 Stunden, Max 1032, Min 0). Die Liegezeit auf der Intensivstation betrug im Mittel 59 Stunden  $\pm$  92 (Median 24 Stunden, Max 1032, Min 0). Der Aufenthalt auf der peripheren Station lag im Mittel bei 7,1 Tagen  $\pm$  3,3 (Median 7 Tage, Max 29 Tage), der gesamtstationäre Aufenthalt war 9,6 Tage  $\pm$  4,3 (Median 8,9, Max 43 Tage).

Die diskreten Variablen zeigten folgende Häufigkeitsverteilungen: operierte Männer 230 (78,2%), die linksventrikuläre Funktion war bei 148 Patienten normal (50,3%),

leicht- bis mittelgradig eingeschränkt bei 98 Patienten (33,3%) und hochgradig eingeschränkt bei 48 Patienten (16,3%).

Der ASA-Score lag bei 12 Patienten bei II (4,1%), eine ASA III Einschätzung erfolgte für 259 Patienten (88,1%), ASA IV 22 (7,5%) und ASA V 1 Patient (0,3%).

101 Patienten (= 34,4%) hatten einen Diabetes mellitus, n = 35 (= 11,9%) eine kompensierte Niereninsuffizienz und 25 Patienten (= 8,5%) Zustand nach präoperativ erlittenem cerebralen Insult und/oder TIA. Die Diabetiker zeigten in n = 20 Fällen (19,8%) eine postoperative Bronchopneumonie und in n = 23 Fällen (22,7%) eine sternale WHS. Patienten mit einer präoperativ bestehenden Nierenfunktionsstörung hatten eine durchschnittliche Verweildauer auf der Intensivstation von 82 Stunden  $\pm$  109. Die Patienten mit vorbestehenden cerebralen Durchblutungsstörungen zeigten n = 6 (24%) postoperativ neue zentrale neurologische Defizite.

262 Patienten hatten präoperativ einen Sinusrhythmus (89,1%), eine absolute Arrhythmie lag bei 14 Patienten vor (4,8%), eine intermittierende Absoluta wurde bei 15 Patienten festgestellt (5,1%), ein SSS hatte 1 Patient (0,3%) und höhergradige AV-Blockierungen traten bei 2 Patienten (0,7%) auf.

275 Patienten wurden mit einem IMA-Graft versorgt (93,5%), 32 erhielten rein venöse Grafts (6,5%). Eine elektive Bypassversorgung war bei 224 Patienten (76,2%) möglich, 43 Patienten erhielten eine dringliche Operation (14,6%), als Notfall wurden 27 Patienten (9,2%) operiert.

**Pulmonale Komplikationen** traten bei 160 Patienten (54,4%) auf, diese unterteilten sich wie folgt: **Pneumothorax** n = 18 (6,1%), **Dystelektase** n = 89 (30,3%), **Atelektase** n = 33 (11,2%), **Dyspnoe** n = 10 (3,4%), **Bronchopneumonie** n = 19 (6,5%), **ARDS** n = 4 (1,4%). Zu **Reintubationen** kam es bei 8 Patienten (2,7%).

**Extrapulmonale Komplikationen** traten bei 178 Patienten (60,5%) auf. 84 Patienten hatten postoperativ eine absolute Arrhythmie entwickelt (28,6%), bei n = 8 (2,7%) lag eine Kombination aus AA und AV-Block vor, bei n = 2 (0,7%) ein Auftreten von AA und VT, n = 2 SSS (0,7%), AV-Blockierungen bei n = 4 (1,4%), VT bei n = 8 (2,7%)

und ein AV-Knotenrhythmus bei  $n = 5$  (1,7%). Es verschlechterte sich bei  $n = 103$  (35%) kurzfristig der präoperative Rhythmus.

**Sternale Wundheilungsstörungen** traten bei 45 Patienten (15,3%) auf, eine **Sternumdehiszenz** war bei  $n = 4$  (1,4%) zu finden, eine **Mediastinitis** hatten  $n = 2$  (0,7%), postoperative **Nachblutung mit Transfusion** von Blutpräparaten hatten  $n = 39$  (13,3%) Patienten, eine **Rethorakotomie** aufgrund von Nachblutungen war bei  $n = 6$  (2%) notwendig.

**Neurologische Komplikationen** traten bei 25 Patienten (8,5%) auf, davon  $n = 20$  (6,8%) zentral mit TIA / Insult und  $n = 5$  (1,7%) mit peripheren neurologischen Defiziten.

Eine **peri- oder postoperative Myokardischämie** konnte bei  $n = 25$  (8,5%) beobachtet werden. Die **Mortalität** lag bei 4,4% ( $n = 13$ ), es verstarben 9 Patienten aus cardialen Ursachen (3,1%), 4 Patienten verstarben aus extracardialen Gründen (1,4%).

### 3.1.3. COPD-Gruppe ( $n = 61$ )

Die COPD-Patienten waren im Durchschnitt 66,4 Jahre  $\pm 9,1$  (Median 67 Jahre, Max 80,6 Jahre, Min 42 Jahre). Der BMI war  $27,5 \text{ kg/m}^2 \pm 4,5$  (Median 27,3, Max 39,1 Min 16,0). Die OP-Zeit betrug  $215 \text{ min} \pm 47$ . Die ECC-Zeit war  $108 \text{ min} \pm 33$ . Die durchschnittliche Beatmungsdauer betrug 61 Stunden  $\pm 189$ . Die durchschnittliche Verweildauer auf der Intensivstation lag bei 104 Stunden  $\pm 239$ . Der Aufenthalt auf der peripheren Station betrug 7,2 Tage  $\pm 3,6$ . Der gesamte stationäre Aufenthalt postoperativ lag bei 11,6 Tagen  $\pm 12$ .

Der Wert für die  $FEV_1$  aller COPD-Patienten betrug  $61\% \pm 14$ . Die FVC lag bei  $67\% \pm 13$ . Die  $FEV_1/VC$ -Ratio betrug  $91\% \pm 11$ .

**16 Patienten (26,2%)** hatten eine *leichtgradige COPD* mit einem  $FEV_1$   $78\% \pm 5$  (Median 79%, Max 87, Min 70). Die FVC lag bei  $81\% \pm 6$  (Median 82%, Max 88%, Min 68%) und die  $FEV_1/VC$ -Ratio bei  $97\% \pm 8$  (Median 98, Max 113, Min 86). Diese Pati

enten hatten ein mittleres Alter von 63,5 Jahren  $\pm$  10,1 (Median 64 Max 80,1, Min 43,4). Der BMI lag in dieser Gruppe bei 26,9  $\pm$  3,7 (Median 26,4, Max 32,6, Min 20,5).

**41 (67,2%) der COPD-Patienten** hatten eine *mittelgradige COPD* mit einem mittleren FEV<sub>1</sub> von 58%  $\pm$  9 (Median 61%, Min 41%, Max 70%). Die FVC betrug 64%  $\pm$  9 (Median 64%, Max 84%, Min 44%). Die FEV<sub>1</sub>/VC-ratio war 90  $\pm$  11 (Median 92, Max 109, Min 63). Das mittlere Alter betrug hier 67,4  $\pm$  8,4 Jahre (Median 67,8, Max 80,6, Min 42). Der BMI war 27,7  $\pm$  4,9 kg/m<sup>2</sup>.

**4 Patienten (6,6%)** hatten eine *hochgradige COPD* mit einem FEV<sub>1</sub> von 34%  $\pm$  5 (Median 36%, Max 38, Min 26). Die FVC war 42%  $\pm$  2 (Median 42%, Max 44, Min 40) und die FEV<sub>1</sub>/VC betrug 81  $\pm$  15 (Median 87, Max 93, Min 60). Das mittlere Alter in der Gruppe der hochgradigen COPD-Patienten betrug 67,7  $\pm$  11,7 Jahre (Median 68,3 Min 55,1, Max 79,3), der BMI lag bei 27,8  $\pm$  3 kg/m<sup>2</sup> (Median 27,4, Max 31,7, Min 24,6).

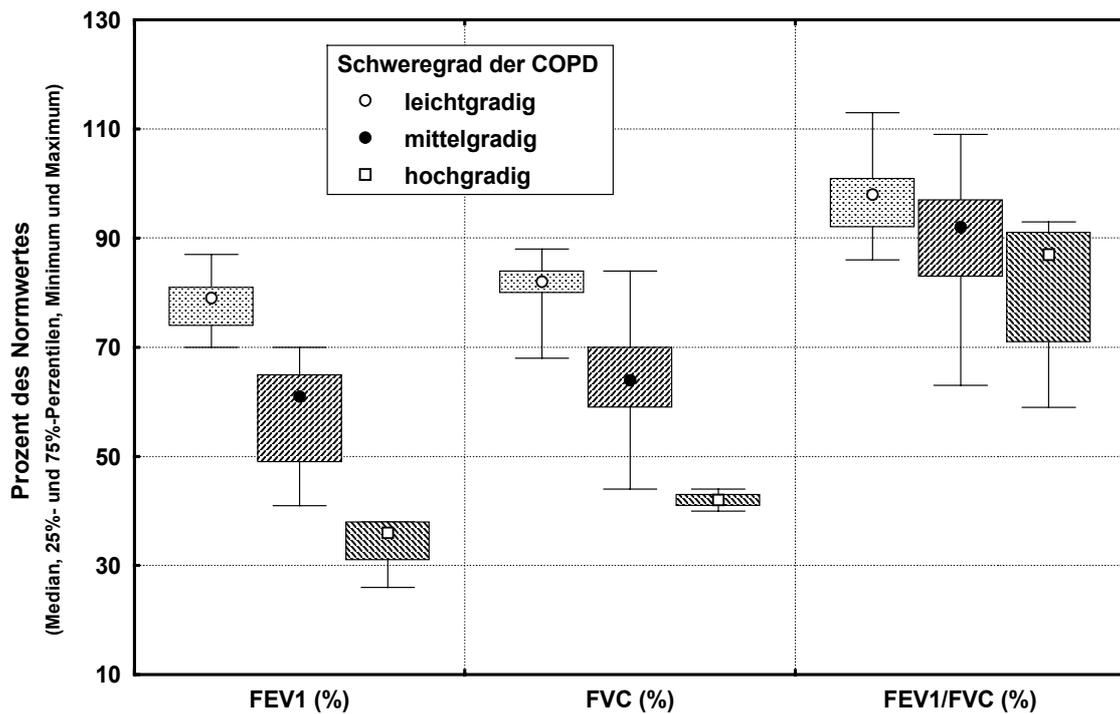


Abbildung 1: Lungenfunktionsparameter forcierte expiratorische Einsekundenkapazität (FEV1), funktionelle Vitalkapazität (FVC) und Anteil der forcierten expiratorischen Einsekundenkapazität an der funktionellen Vitalkapazität (FEV1/FVC), jeweils in Prozent des alters- und geschlechtsspezifischen Normwertes, bei den Patienten mit leicht-, mittel- und hochgradiger COPD (Median, 25%- und 75%-Perzentilen, Minimum und Maximum).

10 Patienten mit COPD (= 16,4 %) hatten zusätzlich einen Diabetes mellitus, n = 6 (9,8 %) eine kompensierte Niereninsuffizienz und 11 Patienten (= 18 %) Zustand nach präoperativ erlittenem cerebralen Insult und/oder TIA. Die Kombination von COPD und Diabetes mellitus zeigte bei n = 6 (60% aller COPD- und Diabetespatienten) eine postoperative Bronchopneumonie und n = 3 (30% aller COPD- und Diabetespatienten) eine sternale Wundheilungsstörung. Die Kombination von cerebraler Durchblutungsstörung und COPD zeigte bei n = 1 (9,1% der Patienten mit COPD und Insult/TIA) neu aufgetretenen zentrale neurologische Defizite und n = 2 Patienten dieser Gruppe verstarben aus extracardialen Ursachen (18,2%).

In der Gesamt-COPD Gruppe (n = 61) waren 46 männliche Patienten (75,4%), in der *leichtgradigen* (n = 16) 13 (81,3%), in der *mittelgradigen COPD*-Gruppe (n = 41) 29 (70,7%) und in der *hochgradigen COPD*-Gruppe (n = 4) 4 männliche Patienten (100%). Die linksventrikuläre Funktion in der Gesamt-COPD-Gruppe war normal bei n = 25 (41%), bei der *leichtgradigen COPD* n = 8 (50%), *mittelgradigen COPD* n = 17 (41,6%) und in der *hochgradigen COPD*-Gruppe n = 0.

Eine leicht- bis mittelgradige Funktionseinschränkung des linken Ventrikels zeigte sich gesamt bei n = 23 (37,7%), in der *COPD I* Gruppe bei n = 4 (25%), *COPD II* n = 17 (41,5%) und in der Gruppe mit *hochgradiger COPD* bei n = 2 (50%).

Eine hochgradige Einschränkung der linksventrikulären Funktion ergab sich in der *Gesamtgruppe* bei n = 13 (21,3%), in der *COPD I Gruppe* bei n = 4 (25%), in der *COPD II Gruppe* bei n = 7 (17,1%) und in der *COPD III Gruppe* bei n = 2 (50%). Die ASA-Einschätzung der *COPD-Gesamtgruppe* wurde bei 55 Patienten mit ASA III (90,2%) und mit ASA IV n = 6 (9,8%) angegeben, die *leichtgradigen COPD*-Patienten hatten einen ASA-Score III in n = 15 (93,8%) und ASA IV in n = 1 (6,3%). In der *mittelgradigen COPD*-Gruppe hatten n = 37 (90,3%) ASA III und n = 4 (9,8%) ASA IV. Bei Patienten mit *hochgradiger COPD* war der ASA III n = 3 (75%) und ASA IV n = 1 (25%).

Die *COPD-Gesamtgruppe* hatte in n = 50 (82%) einen Sinusrhythmus präoperativ, ein pathologischer Rhythmus lag bei n = 9 (14,8%) durch eine absolute Arrhythmie und bei n = 2 (3,3%) durch eine intermittierende AA vor.

Bei der *leichtgradigen Obstruktion* waren n = 14 (87,5%) präoperativ im Sinusrhythmus, 1 Patient (6,3%) hatte eine intermittierende und ein weiterer (6,3%) eine chronische AA.

**OP-Dauer**

61  
215  
210  
112  
395  
185  
240  
55  
47,02

**COPD 1**

16  
212  
220  
155  
260  
178  
245

67,5

35,72

**COPD 2**

41

217

210

112

395

185

240

55

53,08

**COPD 3**

4

205

208

195

210

200

210

10

7,07

**ECC**

61

108

105

0

238

91

123

32

32,99

**COPD 1**

16

107

110

72

134

88

126

38,5

22,08

**COPD 2**

41

110

102

0

238

92

124

32

37,82

**COPD 3**

4

99

99

88

108

91

107

16

9,53

**Beatmung**

61

61

10

4

1296

7

20

13

188,69

**COPD 1**

16

35

10

4

408

6,5

12

5,5

99,69

**COPD 2**

41

76

11

4

1296

7

26

19

221,17

**COPD 3**

4

13

8

6

29

6,5

18,5

12

11,03

**ICU**

61

104

43

20

1752

22

72

50

239,08

**COPD 1**

16

58

24

20

408

21

44

23

95,86

**COPD 2**

41

129

46

20

1752

23

96

73

283,35

**COPD 3**

4

34

36

20

44

24,5

43,5

19

11,57

**Peripherie**

61

7,2

7

0

25

6

8

2

3,55

**COPD 1**

16

6,3

6

0

9

5,5

7,5

2

2,23

**COPD 2**

41

7,9

8

0

25

6

9

3

3,85

**COPD 3**

4

4,8

6

0

7

3

6,5

3,5

3,2

**Ges.Aufenth.**

61

11,6

9,8

1,2

98

7,8

11,8

3,9

11,83

**COPD 1**

16

8,7

7,9

5,8

17

6,9

9,9

3

2,65

**COPD 2**

41

13,2

10

6,8

98

8,9

12

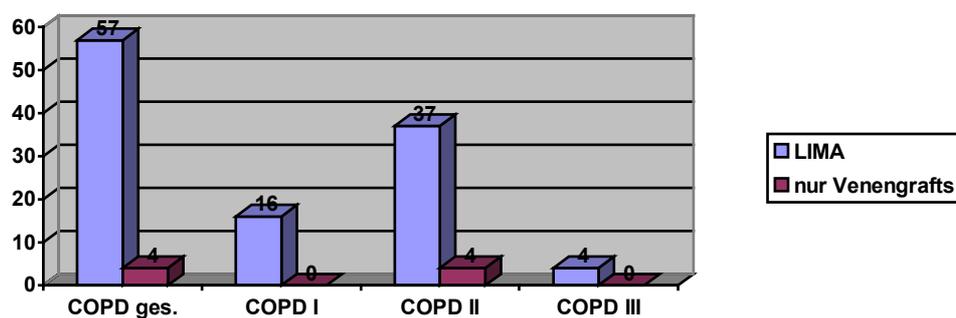
3,1

14,05



In der Gruppe der *mittelgradigen COPD* Patienten hatten  $n = 34$  (82,9%) präoperativ einen Sinusrhythmus,  $n = 6$  (14,6%) eine chronische und  $n = 1$  (2,4%) eine intermittierende Absolute.

Die Patienten mit *hochgradiger COPD* hatten  $n = 2$  (50%) eine Sinusrhythmus und  $n = 2$  (50%) eine chronische Absolute.



*Abbildung 3: Anzahl der verwendeten Grafts in dem COPD-Kollektiv*

Als elektive Operation galten in der *Gesamt-COPD-Gruppe*  $n = 51$  (83,6%), in der *COPD I Gruppe*  $n = 16$  (100%), in der *COPD II Gruppe*  $n = 32$  (78%) und in der Grup

pe mit *hochgradiger COPD* n = 3 (75%). Eine dringliche Operation wurde in der *Gesamtgruppe* bei n = 5 (8,2%) und in der *COPD II Gruppe* bei n = 5 (12,2%) durchgeführt. Noteingriffe waren in der *Gesamtgruppe* bei n = 5 (8,2%) und in der *COPD II Gruppe* bei n = 4 (9,8%) und der *COPD III Gruppe* bei n = 1 (25%) indiziert.

**Pulmonale Komplikationen** traten bei n = 43 (70,5%) in der *Gesamt-COPD-Gruppe* auf, in der *COPD I Gruppe* bei n = 6 (37,5%), in der *COPD II Gruppe* bei n = 34 (82,9%) und in der *COPD III Gruppe* bei n = 3 (75%) auf. Diese unterteilten sich wie folgt:

**Pneumothorax:** Gesamt n = 6 (9,8%), COPD I n = 0 (0%), COPD II n = 5 (12,2%), COPD III n = 1 (25%). **Dystelektase:** Gesamt n = 14 (23%), COPD I n = 4 (25%), COPD II n = 10 (12,2%) COPD III n = 0. **Atelektase:** Gesamt n = 12 (19,7%), COPD I n = 1 (6,3%), COPD II n = 10 (24,4%), COPD III n = 1 (25%). **Dyspnoe:** Gesamt n = 2 (3,3%), COPD I n = 0, COPD II n = 2 (4,9%), COPD III n = 0. **Bronchopneumonie:** Gesamt n = 13 (21,3%), davon waren 6 Patienten zusätzlich Diabetiker, COPD I n = 1 (6,3%), COPD II n = 11 (26,8%), COPD III n = 1 (25%). **ARDS:** Gesamt n = 1 (1,6%), dieser in der COPD III Gruppe. **Reintubationen:** Gesamt n = 9 (14,8%), COPD I n = 1 (6,3%), COPD II n = 8 (19,5%), COPD III n = 0. **Forcierte Atemtherapie:** Gesamt n = 2 (3,3%), COPD I n = 1 (6,3%), COPD II n = 1 (2,4%), COPD III n = 0.

**Extrapulmonale Komplikationen** konnten in der *Gesamtgruppe* bei n = 38 (62,3%) gezeigt werden, in der *COPD I-Gruppe* bei n = 8 (50%), *COPD II Gruppe* n = 28 (68,3%), *COPD III Gruppe* n = 2 (50%).

**Postoperative Herzrhythmusstörungen** traten in der *Gesamt-COPD-Gruppe* bei n = 25 (41,1%) auf, es kam durch pathologische Rhythmen bei n = 17 (27,9%) zur Verschlechterung gegenüber dem präoperativen Herzrhythmus. 19 Patienten ((31,1%) hatten postoperativ eine AA, n = 3 (4,9%) zusätzlich zur AA ventrikuläre Tachykardien, n = 2 (3,3%) AV-Blockierungen und n = 1 (1,6%) VT.

Die Gruppe mit der *leichtgradigen COPD* zeigte in 2 Fällen postoperativ eine AA (12,5%), im Vergleich zum präoperativen Rhythmus verschlechterte sich dieser in n = 1 (6,3%). In der Gruppe der *mittelgradigen COPD* hatten 15 Patienten postoperativ eine Arrhythmia absoluta (36,6%), 2 Patienten zusätzlich zur AA ventrikuläre Tachykardien

(4,9%), n = 2 (4,9%) AV-Blockierungen und n = 1 (2,4%) VT. Es kam bei n = 15 (36,6%) zu einer Verschlechterung des präoperativen Herzrhythmus. Bei Patienten mit einer *hochgradigen COPD* hatten postoperativ n = 2 (50%) eine AA und n = 1 (25%) eine AA und ventrikuläre Tachykardien. Bei diesem Patienten verschlechterte sich dadurch der präoperative Rhythmus.

**Sternale Wundheilungsstörungen** traten in der *Gesamt-COPD*-Gruppe bei n = 13 (21,3%) auf, davon 3 Patienten mit einem Diabetes mellitus als Begleiterkrankung, in der *COPD I Gruppe* bei n = 2 (12,5%), in der *COPD II Gruppe* bei n = 11 (26,8%) und in der Gruppe mit *hochgradiger COPD* bei n = 0. Eine **Mediastinitis** hatte n = 1 (1,6%) in der *Gesamt-COPD*-Gruppe, dieser trat bei einem Patienten mit *mittelgradiger COPD* (2,4%) auf. Zu einer **Sternumdehiszenz** kam es bei n = 1 (1,6%) Patienten in der *Gesamtgruppe*, dieser hatte eine *mittelgradig Obstruktion* (2,4%). Postoperative **transfusionsbedürftige Blutungen** traten bei n = 17 Patienten (27,9%) in der *Gesamt-COPD*-Gruppe auf, bei n = 5 (31,3%) in der *COPD I Gruppe*, bei n = 10 (24,4%) in der *COPD II Gruppe* und bei n = 2 (50%) in der *COPD III Gruppe* auf. Postoperative **Blutungen mit der Notwendigkeit einer Rethorakotomie** gab es bei n = 1 (1,6%) in der *Gesamt-COPD*-Gruppe, dieser Patient hatte eine *mittelgradige COPD* (2,4%). Postoperative **neurologische Komplikationen** waren in der *Gesamt-COPD*-Gruppe nur mit zentralen Defiziten (TIA/Insult) bei n = 6 (9,8%) beschrieben, davon n = 1 (6,3%) in der *COPD I Gruppe* mit bereits präoperativ diagnostiziertem Zustand nach Insult, und 6 Patienten (12,2%) in der Gruppe mit *mittelgradiger COPD*. Eine **peri- oder postoperative Myokardischämie** wurde bei n = 9 (14,8%) Patienten der *Gesamt-COPD*-Gruppe diagnostiziert, davon n = 2 (12,5%) in der *COPD I Gruppe*, n = 6 (14,6%) in der *COPD II Gruppe* und n = 1 (25%) in der Gruppe mit *hochgradiger COPD*.

Die **Mortalität** der *Gesamt-COPD*-Gruppe lag bei n = 3 (4,9%), davon n = 1 Patient mit *hochgradiger COPD*, der aus cardialen Ursachen verstarb (1,6%) und n = 2 (3,3%) Patienten, die aus extracardialen Gründen verstarben, darunter war 1 Patient mit *leichtgradiger COPD* (6,3%) und 1 Patient mit *mittelgradiger COPD* (2,4%). Beide Patienten hatten in der Vorgeschichte einen cerebralen Insult erlitten.

### 3.1.3.1. Mittel- und hochgradige COPD zusammengefasst (n = 45)

Die Ereignisgruppe der Patienten mit *hochgradiger COPD* ist mit n = 4 sehr klein. Zur Ermöglichung einer besseren statistischen Aussage wurde sie im folgenden mit der Ereignisgruppe der *mittelgradigen COPD*-Patienten n = 41 zusammengefasst, um sie damit der Gruppe der *leichtgradigen COPD* und der Kontrollgruppe sinnvoll gegenüberstellen zu können.

Dadurch ergibt sich in dieser Gruppe eine mittlere FEV<sub>1</sub> von 55,5% ± 11,4, eine FVC von 62,3% ± 10,5 und eine FEV<sub>1</sub>/VC-Ratio von 89,1% ± 11,2.

Das mittlere Alter war 67,5 ± 8,5 Jahre. Die mittlere OP-Dauer lag bei 216 min ± 51. Die ECC-Zeit betrug 109 ± 36 min. Die postoperative Beatmungsdauer lag im Mittel bei 71 Stunden ± 212. Der postoperative Aufenthalt auf der Intensivstation war bei 121 Stunden ± 272. Im Mittel lagen die Patienten 7,6 Tage ± 3,9 auf der Peripherie, der gesamtstationäre Aufenthalt war bei 12,1 Tagen ± 13,6.

In dieser Gruppe gab es 33 männliche Patienten (73,3%). Die linksventrikuläre Funktion war bei n = 17 (37,8%) regulär, bei n = 19 leicht- bis mittelgradig (42,2%) und bei n = 9 (20%) hochgradig reduziert. 40 Patienten (88,9%) wurden in ASA III und n = 5 (11,1%) in ASA IV eingeteilt. Bei n = 8 (17,8%) lag präoperativ eine chronische und bei n = 1 (2,2%) eine intermittierende Absoluta vor. 41 Patienten wurden mit einem IMA-Graft versorgt (91,1%). 35 Patienten (77,8%) wurden elektiv operiert, bei n = 5 (11,1%) war eine dringliche Operation und bei n = 5 (11,1%) eine Notoperation erforderlich.

**Pulmonale Komplikationen** traten in dieser Gruppe bei n = 37 (82,2%) auf, ein **Pneumothorax** kam n = 6 (13,3%) vor, **Dystelektasen** n = 10 (22,2%), **Atelektase** n = 11 (24,4%), **Dyspnoe** bei n = 2 (4,4%), **Bronchopneumonie** n = 12 (26,7%), ARDS n = 1 (2,2%), **Reintubationen** n = 8 (17,8%) und **forcierte Atemtherapie** war bei n = 1 (2,2%) nötig.

**Extrapulmonale Komplikationen** ergaben sich bei n = 30 (66,7%) Patienten. Postoperativ kam es bei n = 17 (37,8%) zu einer Absoluta, diese in Kombination mit VT n = 3

(6,7%), AV-Blockierungen bei  $n = 2$  (4,4%) und VT bei  $n = 1$  (2,2%). Der präoperativ vorliegende Rhythmus verschlechterte sich dadurch bei  $n = 16$  (35,6%) Patienten.

**Sternale Wundheilungsstörungen** traten bei  $n = 11$  (24,4%) Patienten auf. Eine **Mediastinitis** kam  $n = 1$  (2,2%) vor, ebenfalls  $n = 1$  (2,2%) **Sternumdehiszenz**. Ein **transfusionsbedürftige Nachblutung** gab es  $n = 12$  (26,7%), eine Nachblutung mit Rethorakotomie bei  $n = 1$  (2,2%).

Zentrale **neurologische Komplikationen** traten  $n = 5$  (11,1%) auf, eine perioperative **Myokardischämie** kam  $n = 7$  (15,6%) vor. Die **Mortalität** war  $n = 2$  (4,4%), jeweils  $n = 1$  (2,2%) cardial und extracardial bedingt.

### 3.2. Bearbeitung der Fragestellungen COPD und Kontrollgruppe

Es folgt der Vergleich der Patienten *ohne COPD* mit den *COPD-Patienten* sowie mit den *COPD-Patienten der verschiedenen Schweregrade* (Chi<sup>2</sup>-Tests und U-Tests). Die folgenden Parameter wiesen statistisch **signifikante** Unterschiede in den Gruppen auf

**ECC-Dauer:** Die ECC dauerte im Mittel bei den *Patienten mit COPD* länger als bei den *Patienten ohne COPD* ( $108,2 \pm 33,0$  Minuten gegenüber  $100,5 \pm 28,1$  Minuten, Median 105 Minuten gegenüber 97,5 Minuten,  $p = 0,029$  im U-Test). Entsprechend war die Häufigkeitsverteilung der ECC-Dauer in Kategorien statistisch signifikant unterschiedlich (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,020$ ). Die *Patienten mit COPD* wiesen häufiger eine ECC-Dauer über 120 Minuten auf (29,5% gegenüber 18,0%,  $p = 0,041$  im Chi<sup>2</sup>-Test).

**Pulmonale Komplikationen** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,021$ ): Pulmonale Komplikationen waren bei den *Patienten mit COPD* häufiger als bei den Patienten ohne COPD (70,5% gegenüber 54,4%).

**Postoperative Bronchopneumonie** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,00023$ ): Bronchopneumonien waren bei den *Patienten mit COPD* häufiger als bei den Patienten ohne COPD (21,3% gegenüber 6,5%). Sie waren ebenfalls bei Patienten mit einem Diabetes mellitus im Vergleich zur glucosestoffwechselgesunden Kontrollgruppe signifikant gehäuft (Chi<sup>2</sup>-Test,

$p = 0,0023$ , 19,8% gegenüber 6,3%) sowie in Kombination von COPD und Diabetes im Vergleich zur COPD-Gruppe (60% gegenüber 13,7%, sehr kleine Ereignisgruppe!).

**Postoperative Atemstörungen** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,00001$ ): Postoperative Atemstörungen waren bei den *Patienten mit COPD* häufiger als bei den Patienten ohne COPD (Ateminsuffizienz mit Reintubation: 14,8% gegenüber 2,7%, ARDS: 1,7% gegenüber 1,4%, forcierte Atemtherapie: 3,3% gegenüber 0,0%).

**Postoperativ transfusionspflichtige Blutung** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,0044$ ): Transfusionspflichtige Blutungen waren bei den *Patienten mit COPD* häufiger als bei den Patienten ohne COPD (27,9% gegenüber 13,3%).

**Extracardiale Mortalität** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,00001$ ): Präoperative cerebrale Durchblutungsstörungen und COPD im Vergleich zur neurologisch unauffälligen COPD-Gruppe zeigte diese Kombination als alleinige Ereignisgruppe extracardialer Todesfälle (18,2% gegenüber 0%, bei sehr kleinen Patientenzahlen!). In der Gesamtgruppe (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,0032$ ) war ebenfalls die präoperativ neurologisch beeinträchtigte Gruppe führend bei den extracardialen Todesursachen ( 8,3% gegenüber 0,94%).

Für die folgenden Parameter konnten **tendenzielle** Unterschiede ( $p > 0,05$ , aber  $< 0,1$ ) nachgewiesen werden:

**Präoperative neurologische Defizite** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,052$ ): Tendenziell waren mehr Patienten mit bereits präoperativ vorbestehenden neurologischen cerebralen Durchblutungsstörungen in der COPD-Gruppe als in der Kontrollgruppe (18% gegenüber 8,5%).

**Postoperativer Aufenthalt** (U-Test,  $p = 0,078$ ): Der postoperative Aufenthalt dauerte bei den *Patienten mit COPD* länger als bei den Patienten ohne COPD ( $11,6 \pm 11,8$  Tage gegenüber  $9,6 \pm 4,3$  Tage, Median 9,8 Tage gegenüber 8,9 Tage). Patienten mit einem präoperativ bereits bestehendem Insult zeigten ebenfalls eine tendenzielle Verlängerung des postoperativen Aufenthaltes (U-Test,  $p = 0,081$ ) im Vergleich zur neurologisch unauffälligen Kontrollgruppe ( $11,3 \pm 9,7$  Tage gegenüber  $9,5 \pm 5,1$  Tage), die Kombination COPD und Insult zeigte allerdings keine statistische Signifikanz im verlängertem Aufenthalt.

**Postoperativer ICU-Aufenthalt** (U-Test,  $p = 0,058$ ): Der Aufenthalt auf der Intensivstation war postoperativ für Patienten mit einer Nierenfunktionsstörung im Vergleich zur renal unbeeinträchtigten Kontrollgruppe tendenziell verlängert ( $82 \pm 109$  Stunden gegenüber  $55 \pm 89$  Stunden). Es ließen sich für die COPD-Gruppe mit und ohne Retentionsstörung keine tendenziellen Unterschiede nachweisen.

**Herzrhythmus präoperativ** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,060$ ): Die *Patienten mit COPD* hatten häufiger bereits präoperativ eine Arrhythmia absoluta (Sinusrhythmus: 82,0% gegenüber 89,1%, Arrhythmia absoluta: 14,8% gegenüber 4,8%, SSS: 0,0% gegenüber 0,3%, intermittierende Arrhythmia absoluta: 3,3% gegenüber 5,1%, AV-Block: 0,0% gegenüber 0,7%).

**Sternale Wundheilungsstörungen** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,078$ ): Patienten mit einem Diabetes mellitus hatten tendenziell gehäuft sternale WHS als die Kontrollgruppe mit und ohne COPD (23,4% gegenüber 16,6%)

**Atelektasen** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,071$ ): Atelektasen waren bei den *Patienten mit COPD* häufiger als bei den Patienten ohne COPD (19,7% gegenüber 11,2%).

Es bestanden für folgende Parameter statistisch **signifikante** Unterschiede zwischen den Patienten *ohne COPD* und den Patienten mit *leichtgradiger COPD*:

**Verschlechterung des Herzrhythmus postoperativ** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,017$ ): Bei 35,3% der Patienten ohne COPD, aber nur bei 6,3% der *Patienten mit leichtgradiger COPD* war der Herzrhythmus postoperativ verschlechtert.

**Postoperativ Atemstörungen** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,00023$ ): Von den Patienten ohne COPD wiesen 2,7% postoperativ eine Ateminsuffizienz mit der Notwendigkeit einer Reintubation auf, 1,4% ein ARDS, eine forcierte Atemtherapie wurde bei keinem Patienten notwendig. Von den *Patienten mit leichtgradiger COPD* wiesen 6,3% postoperativ eine Ateminsuffizienz mit Reintubation auf, 6,3% wurden einer forcierten Atemtherapie unterzogen, ein ARDS trat nicht auf.

Postoperativ **transfusionspflichtige Blutung** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,045$ ): Nur 13,3% der Patienten ohne COPD, aber 31,3% der *Patienten mit leichtgradiger COPD* wiesen postoperativ transfusionspflichtige Blutungen auf.

Für die folgenden Parameter konnten **tendenzielle** Unterschiede nachgewiesen werden:

**ECC-Dauer:** Die Patienten mit *leichtgradiger COPD* hatten tendenziell häufiger eine ECC-Dauer über 120 Minuten als die Patienten ohne COPD (37,5% gegenüber 18,0%,  $p = 0,053$  im Chi<sup>2</sup>-Test). Die mittlere ECC-Dauer war dagegen nicht unterschiedlich (U-Test nicht statistisch signifikant).

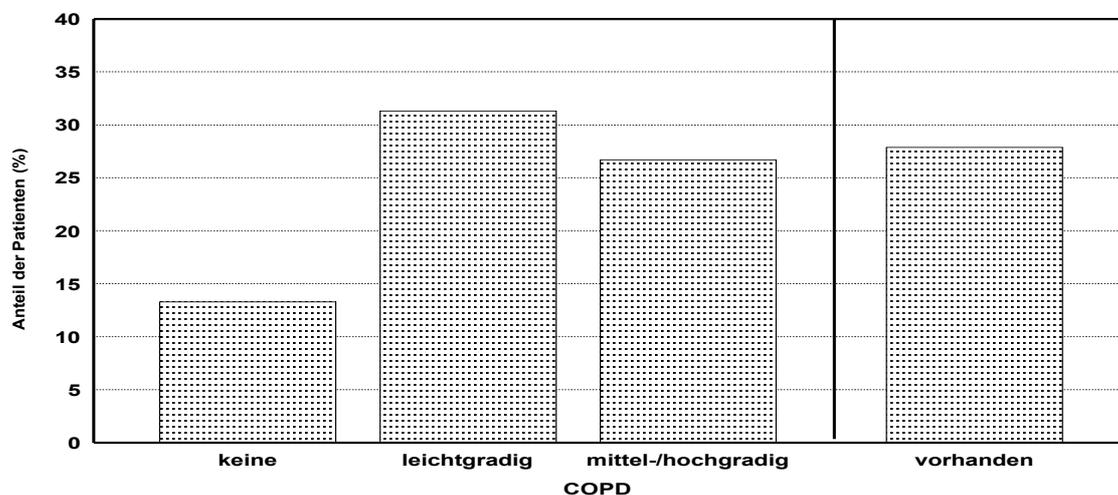


Abbildung 4: Vergleich der Häufigkeit von transfusionspflichtigen Blutungen ohne Rethorakotomie (%) bei Patienten mit und ohne bzw. mit unterschiedlich schwerer COPD. Der Unterschied zwischen den Patienten mit und ohne COPD (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p < 0,01$ ) sowie den Patienten mit leichtgradiger bzw. ohne COPD (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p < 0,05$ ) und den Patienten mit mittel- oder hochgradiger bzw. ohne COPD (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p < 0,05$ ) war statistisch signifikant.

**Dringlichkeit des Eingriffes** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,085$ ): Alle Patienten mit *leichtgradiger COPD* wurden elektiv operiert, von den Patienten ohne COPD wurde bei 76,2% eine elektive Indikation, bei 14,6% eine dringliche Indikation gestellt. Bei 9,2% der Patienten wurde eine Notfalloperation vorgenommen.

Es bestanden für folgende Parameter statistisch **signifikante** Unterschiede zwischen den *Patienten ohne COPD* und den Patienten mit *mittel- oder hochgradiger COPD*:

**Präoperativer Herzrhythmus** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,020$ ): Die Patienten mit *mittel- oder hochgradiger COPD* hatten häufiger bereits präoperativ eine Arrhythmia absoluta (Sinusrhythmus: 80,0% gegenüber 89,1%, Arrhythmia absoluta: 17,8% gegenüber 4,8%, SSS: 0,0% gegenüber 0,3%, intermittierende Arrhythmia absoluta: 2,2% gegenüber 5,1%, AV-Block: 0,0% gegenüber 0,7%). Der Anteil der Patienten mit pathologischem Herzrhythmus präoperativ war bei den *Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD* tendenziell höher (20,0% gegenüber 10,9%,  $p = 0,081$  im Chi<sup>2</sup>-Test).

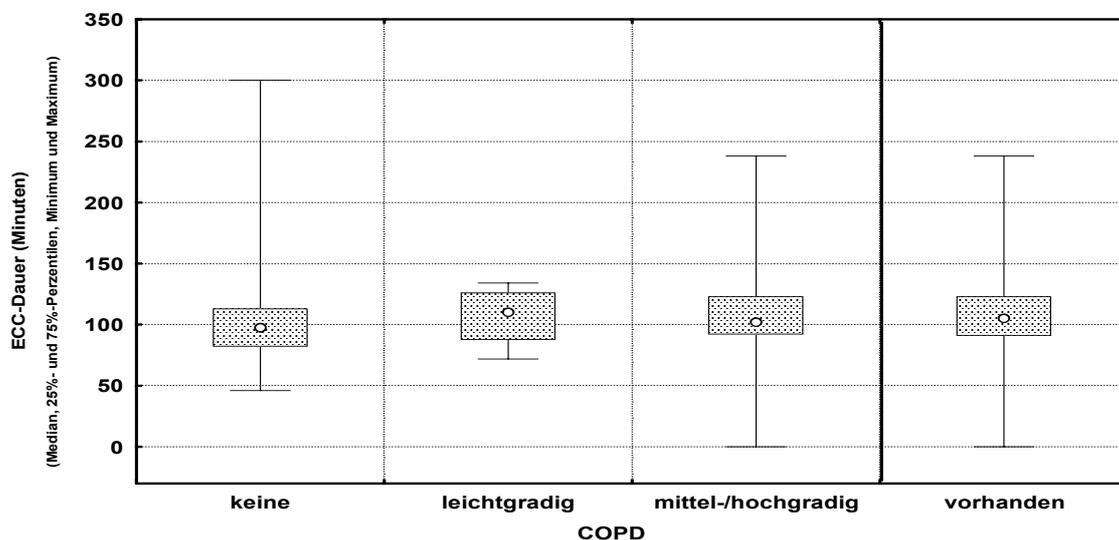


Abbildung 5: Vergleich der ECC-Dauer (Minuten) bei Patienten mit und ohne bzw. mit unterschiedlich schwerer COPD (Median, 25%- und 75%-Perzentilen, Minimum und Maximum). Der Unterschied zwischen den Patienten mit und ohne COPD war statistisch signifikant (U-Test,  $p < 0,05$ ), der Unterschied zwischen den Patienten mit mittel- oder hochgradiger bzw. ohne COPD war tendenziell (U-Test,  $p < 0,10$ ) nachweisbar.

**ECC-Dauer:** Die ECC dauerte bei Patienten mit *mittel- oder hochgradiger COPD* im Mittel nur tendenziell länger als die Patienten ohne COPD ( $108,7 \pm 36,3$  / Median 102 Minuten gegenüber  $100,5 \pm 28,1$  / Median 97,5 Minuten,  $p = 0,070$  im U-Test), die Häufigkeitsverteilung der ECC-Dauer in Kategorien war dagegen statistisch signifikant unterschiedlich (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,0097$ ). Die *Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD* hatten andererseits nicht statistisch signifikant oder tendenziell häufiger eine ECC-Dauer über 120 Minuten als die Patienten ohne COPD (26,7% gegenüber 18,0%, nicht statistisch signifikant im Chi<sup>2</sup>-Test).

Dauer des **postoperativen Aufenthaltes** (U-Test,  $p = 0,0058$ ): Die Dauer des postoperativen Aufenthaltes war bei *Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD* im Mittel länger als bei Patienten ohne COPD ( $12,6 \pm 13,6$  Tage gegenüber  $9,6 \pm 4,3$  Tage). Besonders bei den *Patienten mit mittel- und hochgradiger COPD* kamen bei einzelnen Patienten sehr lange Aufenthalte vor, dadurch wurde der Mittelwert deutlich erhöht. Der Median der postoperativen Aufenthaltsdauer betrug bei den *Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD* 9,9 Tage, bei den Patienten ohne COPD 8,9 Tage. Die Häufigkeitsverteilung der Aufenthaltsdauer in Kategorien war dagegen nur tendenziell unterschiedlich (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,10$ ).

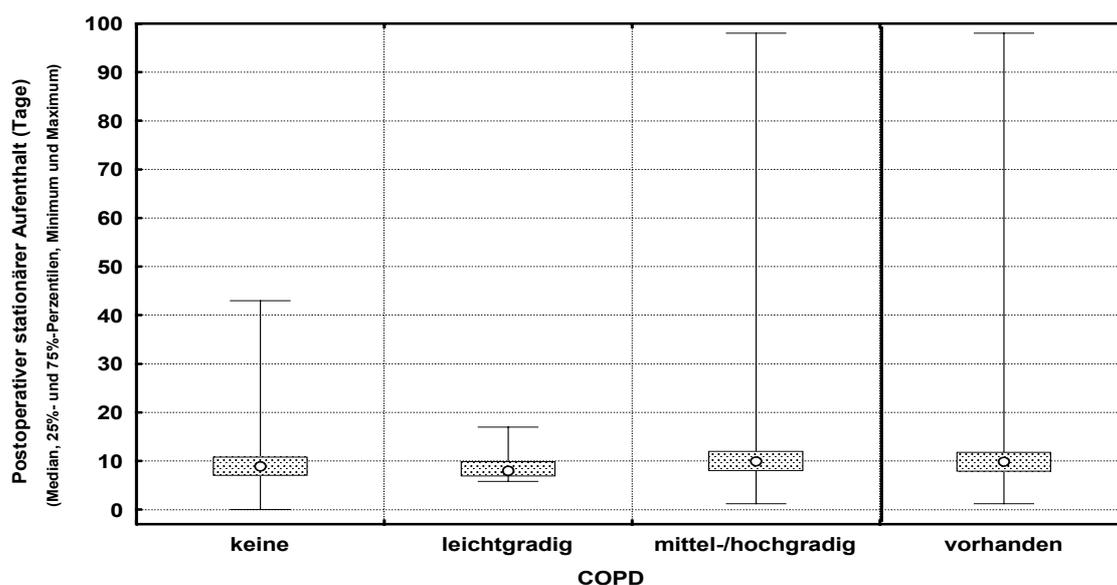


Abbildung 6: Vergleich der postoperativen stationären Aufenthaltsdauer (Tage) bei Patienten mit und ohne bzw. mit unterschiedlich schwerer COPD (Median, 25%- und 75%-Perzentilen, Minimum und Maximum). Der Unterschied zwischen den Patienten mit mittel- oder hochgradiger bzw. ohne COPD war statistisch signifikant (U-Test,  $p < 0,05$ ), der Unterschied zwischen den Patienten mit und ohne COPD tendenziell (U-Test,  $p < 0,10$ ) nachweisbar.

**Pulmonale Komplikationen** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,00043$ ): Pulmonale Komplikationen waren bei den *Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD* häufiger als bei den Patienten ohne COPD (82,2% gegenüber 54,4%).

Postoperative **Atelektasen** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,014$ ): Atelektasen waren bei den *Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD* häufiger als bei den Patienten ohne COPD (24,4% gegenüber 11,2%).

Postoperative **Bronchopneumonie** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,00001$ ): Bronchopneumonien waren bei den *Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD* häufiger als bei den Patienten ohne COPD (26,7% gegenüber 6,5%).

Postoperativ **Atemstörungen** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,00001$ ): Von den Patienten ohne COPD wiesen 2,7% postoperativ eine Ateminsuffizienz mit der Notwendigkeit einer Reintubation auf, 1,4% ein ARDS, eine forcierte Atemtherapie wurde bei keinem Patienten dokumentiert. Von den *Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD* wiesen 17,8% postoperativ eine Ateminsuffizienz mit Reintubationsnotwendigkeit auf, 2,2% ein ARDS. Bei 2,2% der Patienten wurde eine forcierte Atemtherapie durchgeführt.

Postoperativ **transfusionspflichtige Blutung** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,019$ ): Nur 13,3% der Patienten ohne COPD, aber 26,7% der *Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD* wiesen postoperativ transfusionspflichtige Blutungen auf.

Für die folgenden Parameter konnten **tendenzielle** Unterschiede nachgewiesen werden:

**Alter** (U-Test,  $p = 0,10$ ): Die *Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD* waren im Mittel älter als die Patienten ohne COPD ( $67,5 \pm 8,5$  / Median 67,8 Jahre gegenüber  $64,8 \pm 9,7$  / Median 65,3 Jahre).

**BMI**: Der mittlere BMI war in beiden Gruppen nicht statistisch signifikant oder tendenziell unterschiedlich (U-Test). Tendenziell unterschiedlich war die Häufigkeitsverteilung des BMI in Kategorien. In die Kategorie „>20-25 kg/m<sup>2</sup>“ fielen 32,0% der Patienten ohne COPD, aber nur 17,8% der *Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD*.

Dafür waren sowohl die niedrigeren als auch die höheren BMI-Kategorien bei den Patienten mit COPD häufiger.

**Beatmungsdauer** (U-Test,  $p = 0,052$ ): Die Beatmung dauerte bei *Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD* im Mittel länger als bei Patienten ohne COPD ( $70,6 \pm 211,7$  Stunden gegenüber  $24,2 \pm 82,1$  Stunden). Die Mittelwerte wurden in beiden Gruppen, aber besonders in der Gruppe der *Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD*, durch einzelne Patienten mit extrem langer Beatmungsdauer verzerrt. Der Median der Beatmungsdauer betrug bei den *Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD* 11 Stunden, bei den Patienten ohne COPD 9 Stunden. Auch die Häufigkeitsverteilung der Beatmungsdauer in Kategorien war tendenziell unterschiedlich ( $\text{Chi}^2$ -Test,  $p = 0,077$ ).

**Dauer des Intensiv-Aufenthaltes** (U-Test,  $p = 0,055$ ): Die Dauer des Aufenthaltes auf der ICU war bei *Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD* im Mittel länger als bei Patienten ohne COPD ( $120,8 \pm 271,6$  Stunden gegenüber  $58,5 \pm 92,0$  Stunden). Der Median der ICU-Dauer betrug bei den *Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD* 44 Stunden, bei den Patienten ohne COPD 24 Stunden.

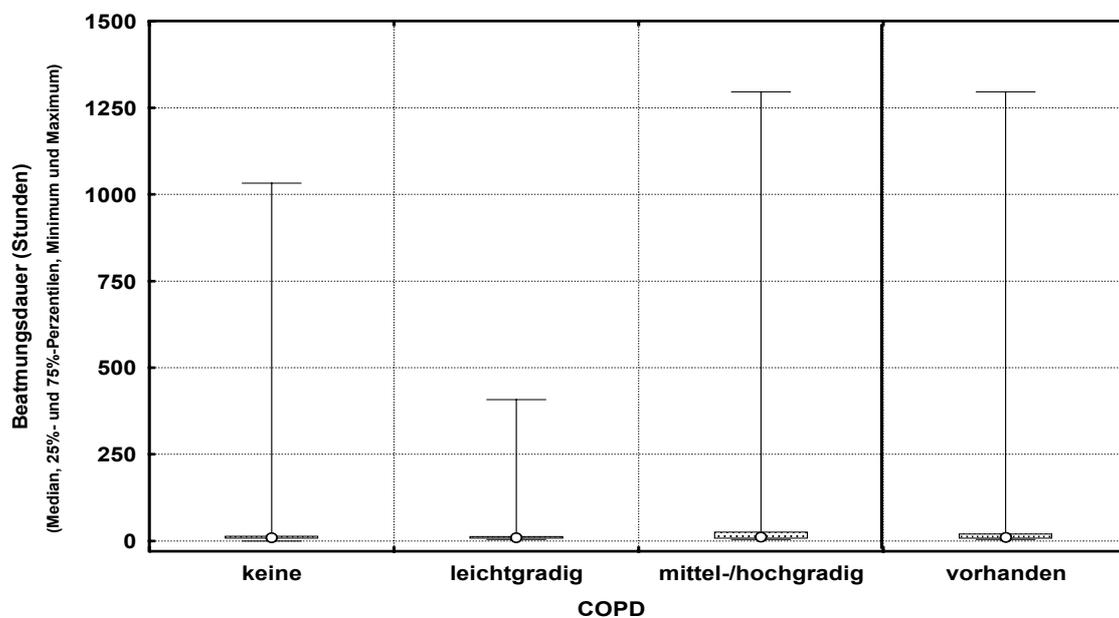


Abbildung 7: Vergleich der Beatmungsdauer (Stunden) bei Patienten mit und ohne bzw. mit unterschiedlich schwerer COPD (Median, 25%- und 75%-Perzentilen, Minimum und Maximum). Nur der Unterschied zwischen den Patienten mit mittel- oder hochgradiger bzw. ohne COPD war tendenziell (U-Test,  $p < 0,10$ ) nachweisbar.

Postoperativ **Pneumothorax** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,079$ ): Ein Pneumothorax war bei den Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD häufiger als bei den Patienten ohne COPD (13,3% gegenüber 6,1%).

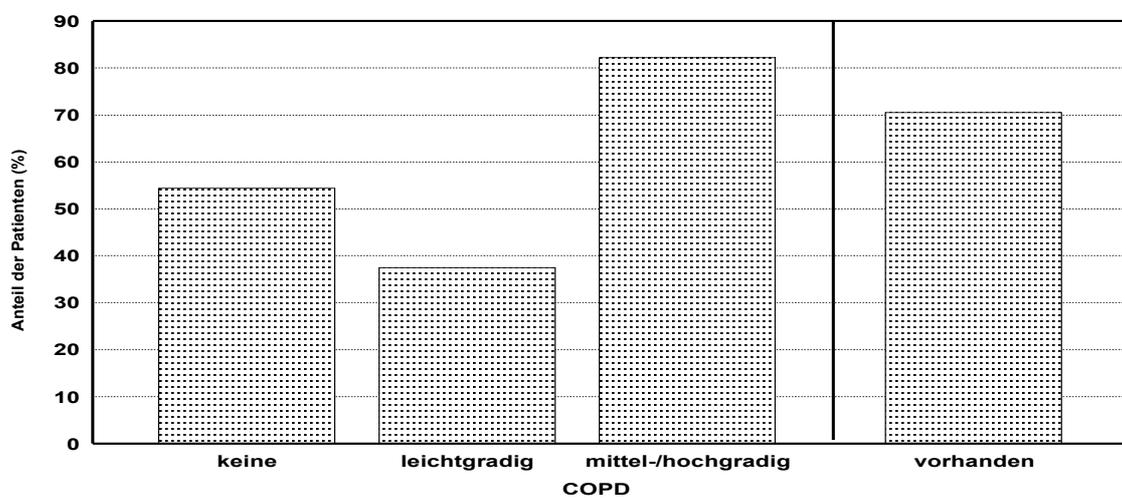


Abbildung 8: Vergleich der Häufigkeit pulmonaler Komplikationen (%) bei Patienten mit und ohne bzw. mit unterschiedlich schwerer COPD. Der Unterschied zwischen den Patienten mit und ohne COPD (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p < 0,05$ ) sowie den Patienten mit mittel- oder hochgradiger bzw. ohne COPD (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p < 0,001$ ) war statistisch signifikant.

### 3.3. Unterteilung nach LV-Funktion

Die Gruppeneinteilung nach der linksventrikulären Funktion wird aufgeführt für die Gesamtgruppe, die Kontrollgruppe (Patienten ohne COPD), die Patientengruppe mit COPD und den verschiedenen Schweregraden der COPD.

#### 3.3.1. Gesamtgruppe und LV-Funktion

Die OP-Dauer betrug bei der LV-Gruppe I 205 min  $\pm$  43, in der LV-Gruppe II 216  $\pm$  54 min und der LV-Gruppe III 216 min  $\pm$  47.

Die ECC-Zeit lag in der LV-Gruppe I bei 97 min  $\pm$  24, in der LV-Gruppe II bei 102 min  $\pm$  30 und in der LV-Gruppe III bei 116 min  $\pm$  35. Die postoperative Beatmungsdauer war in der LV-Gruppe I 25 Stunden  $\pm$  96, in der LV-Gruppe II 20 Stunden  $\pm$  58 und in der LV-Gruppe III 67 Stunden  $\pm$  187.

Der postoperative Aufenthalt auf der ICU betrug in LV-Gruppe I 56,2 Stunden  $\pm$  103,1, in der LV-Gruppe II 59,3 Stunden  $\pm$  71,9 und in der LV-Gruppe III 109,2 Stunden  $\pm$  239,1. Auf der peripheren Station lagen die Patienten der LV-Gruppe I im Mittel 7,2 Tage  $\pm$  2,5, in der LV-Gruppe II 7,1 Tage  $\pm$  3,1 und in der LV-Gruppe III 7,1 Tage  $\pm$  5,3. Der gesamte stationäre Aufenthalt betrug in der LV-Gruppe I 9,6 Tage  $\pm$  4,1, in der LV-Gruppe II 9,6 Tage  $\pm$  3,1 und in der LV-Gruppe III 11,7 Tage  $\pm$  12,2.

Der präoperative Herzrhythmus in der LV-Gruppe I (n = 173) war bei n = 10 (5,8%) absolut arrhythmisch, eine intermittierende Absoluta lag bei n = 4 (2,3%) Patienten vor. In der LV-Gruppe II (n = 121) hatten n = 5 (4,1%) eine chronische und n = 9 (7,4%) eine intermittierende Absoluta. Bei der LV-Gruppe III (n = 61) hatten n = 8 (13,1%) eine chronische und n = 4 (6,6%) eine intermittierende Absoluta. Ein AV-Block lag bei n = 2 (3,3%) und ein SSS bei n = 1 (1,6%) vor.

Ein IMA-Graft erhielten in der LV-Gruppe I n = 164 (94,8%), in der LV-Gruppe II n = 112 (92,6%) und in der LV-Gruppe III n = 56 (91,8%).

Eine elektive Bypassversorgung erfolgte in der LV-Gruppe I bei n = 137 (79,2%), in der LV-Gruppe II bei n = 98 (81%) und in der LV-Gruppe III bei n = 40 (65,6%). Als dringliche Operation galten in der LV-Gruppe I n = 22 (12,7%), in der LV-Gruppe II n = 17 (14,1%) und in der LV-Gruppe III n = 9 (14,8%). Als Noteingriff wurden in der LV-Gruppe I n = 14 (8,1%), in der LV-Gruppe II n = 6 (5%) und in der LV-Gruppe III n = 12 (19,7%) Patienten operiert.

**Pulmonale Komplikationen** traten in der LV-Gruppe I bei n = 101 (58,4%) auf, in der LV-Gruppe II bei n = 69 (57,1%) und in der LV-Gruppe III bei n = 33 (54,1%). Zu einem **Pneumothorax** kam es in der LV-Gruppe I bei n = 13 (7,5%), in der LV-Gruppe II

bei  $n = 7$  (5,8%) und in der LV-Gruppe III bei  $n = 4$  (6,6%). **Dystelektasen** traten in der LV-Gruppe I bei  $n = 53$  (30,6%) auf, in der LV-Gruppe II bei  $n = 36$  (29,8%) und in der LV-Gruppe III bei  $n = 14$  (23%) auf. **Atelektasen** kamen in der LV-Gruppe I bei  $n = 24$  (13,9%) vor, in der LV-Gruppe II bei  $n = 14$  (11,6%) und in der LV-Gruppe III bei  $n = 7$  (11,5%). Eine **Dyspnoe** wurde in der LV-Gruppe I bei  $n = 5$  (2,9%) beschrieben, in der LV-Gruppe II bei  $n = 7$  (5,8%) und in der LV-Gruppe III bei  $n = 0$  (0%). Eine **Bronchopneumonie** wurde in der LV-Gruppe I  $n = 12$  (6,9%) diagnostiziert, in der LV-Gruppe II bei  $n = 8$  (6,6%) und in der LV-Gruppe III bei  $n = 12$  (19,7%). Ein **ARDS** lag in der LV-Gruppe I bei  $n = 2$  (1,2%) vor, in der LV-Gruppe II bei  $n = 1$  (0,8%) und in der LV-Gruppe III  $n = 2$  (3,3%).

Zu **Reintubationen** kam es in der LV-Gruppe I  $n = 6$  (3,5%), in der LV-Gruppe II  $n = 7$  (5,8%) und in der LV-Gruppe III  $n = 4$  (6,6%). Forcierte Atemtherapie bei respiratorischer Insuffizienz war in der LV-Gruppe I  $n = 2$  (1,2%) notwendig.

**Extrapulmonale Komplikationen** waren in der LV-Gruppe I bei  $n = 101$  (58,4%) vorhanden, bei der LV-Gruppe II  $n = 77$  (63,6%) und in der LV-Gruppe III  $n = 38$  (62,3%) vorhanden.

**Postoperative Rhythmusstörungen** traten in der folgenden Verteilung auf: eine AA einwickelten in der LV-Gruppe I  $n = 40$  (24%), in der LV-Gruppe II  $n = 43$  (37,1%) und in der LV-Gruppe III  $n = 20$  (35,1%). Ein SSS war in der LV-Gruppe I  $n = 1$  (0,6%) vorhanden, in der LV-Gruppe II  $n = 0$  (0%) und in der LV-Gruppe III  $n = 1$  (1,8%). Ein AV-Knotenrhythmus lag in der LV-Gruppe I  $n = 3$  (1,8%) vor, in der LV-Gruppe II  $n = 0$  (0%) und in der LV-Gruppe III  $n = 2$  (3,5%). AV-Blockierungen gab es in der LV-Gruppe I  $n = 3$  (1,8%), in der LV-Gruppe II  $n = 1$  (0,9%) und in der LV-Gruppe III  $n = 2$  (3,5%). Zu ventrikulären Tachykardien kam es in der LV-Gruppe I  $n = 2$  (1,2%), in der LV-Gruppe II  $n = 2$  (1,7%) und in der LV-Gruppe III  $n = 5$  (8,8%). Der postoperative Rhythmus im Vergleich zum präoperativen verschlechterte sich in der LV-Gruppe I bei  $n = 47$  (27,3%), in der LV-Gruppe II  $n = 46$  (38%) und in der LV-Gruppe III  $n = 27$  (45%).

**Sternale Wundheilungsstörungen** kamen in der LV-Gruppe I  $n = 30$  (17,3%) vor, in der LV-Gruppe II  $n = 19$  (15,7%) und in der LV-Gruppe III  $n = 9$  (14,8%). Eine **Media**

**stinitis** entwickelte sich in der LV-Gruppe II n = 1 (0,8%) und n = 2 in der LV-Gruppe III (3,3%). Eine **Sternumdehiszenz** trat in der LV-Gruppe I n = 1 (0,6%) auf, in der LV-Gruppe II n = 2 (1,7%) und in der LV-Gruppe III n = 2 (3,3%). **Transfusionsbedürftigen Nachblutungen** gab es in der LV-Gruppe I n = 26 (15%), in der LV-Gruppe II n = 22 (18,2%) und in der LV-Gruppe III n = 8 (13,1%). **Blutungen**, die zu einer **Re-thorakotomie** führten, waren in der LV-Gruppe I n = 1 (0,6%) vorhanden, in der LV-Gruppe II n = 2 (1,7%) und in der LV-Gruppe III n = 4 (6,6%).

**Neurologische Komplikationen** traten in der LV-Gruppe I n = 17 (9,8%) auf, TIA oder Insult n = 12 (6,9%) und periphere Läsionen n = 5 (2,9%). In der LV-Gruppe II kam es zu n = 8 (6,6%) neurologischen Ausfällen, alle durch TIA oder Insult bedingt. In der LV-Gruppe III traten n = 6 (9,8%) neurologische Defizite auf, ebenfalls alle zentraler Ursache.

Peri- oder postoperative **Myokardischämie** wurde in der LV-Gruppe I n = 13 (7,5%) beobachtet, in der LV-Gruppe II n = 12 (9,9%) und in der LV-Gruppe III n = 9 (14,8%).

Die **Mortalität** lag in der LV-Gruppe I bei n = 5 (2,9%), davon n = 2 (1,2%) cardial und n = 3 (1,7%) extracardial bedingt. In der LV-Gruppe II starben n = 4 (3,3%), davon n = 3 (2,5%) cardial und n = 1 (0,8%) extracardial. In der LV-Gruppe III verstarben n = 7 (11,5%), n = 5 (8,2%) aus cardialen und n = 2 (3,3%) aus extracardialen Ursachen.

### 3.4. Bearbeitung der Fragestellungen Gesamtgruppe und LV-Funktion

In der Gesamtgruppe bestanden zwischen den Patienten mit unterschiedlicher linksventrikulärer Funktion in folgenden Parametern statistisch **signifikante** Unterschiede:

**ECC-Dauer:** Die ECC-Dauer war statistisch signifikant unterschiedlich (normale LV-Funktion:  $96,7 \pm 24,2$  / Median 95 Minuten, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion:  $102,2 \pm 30,3$  / Median 99 Minuten, EF < 30%:  $115,5 \pm 34,8$  / Median 106 Minuten,  $p = 0,0009$  im H-Test). Im post-hoc-Test erwies sich der Unterschied zwischen den Patienten mit normaler LV-Funktion und EF < 30% als statistisch signifikant. Entspre

chend war auch die Häufigkeitsverteilung der ECC-Dauer in Kategorien statistisch signifikant unterschiedlich (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,0029$ ) sowie der Anteil der Patienten mit einer ECC-Dauer über 120 Minuten (normale LV-Funktion: 17,3%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 17,4%, EF<30%: 32,8%,  $p = 0,023$  im Chi<sup>2</sup>-Test).

**Beatmungsdauer:** Die Beatmungsdauer war statistisch signifikant unterschiedlich (normale LV-Funktion:  $25,3 \pm 95,9$  / Median 10 Stunden, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion:  $19,6 \pm 58,3$  / Median 9 Stunden, EF<30%:  $67,2 \pm 186,5$  / Median 11 Stunden,  $p = 0,019$  im H-Test). Im post-hoc-Test erwies sich der Unterschied zwischen den Patienten mit leicht- bis mittelgradig eingeschränkter LV-Funktion und EF<30% als statistisch signifikant. Auch die Häufigkeitsverteilung der Beatmungsdauer in Kategorien war tendenziell unterschiedlich (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,097$ ).

**Dauer des Aufenthaltes auf peripherer Station:** Die mittlere Aufenthaltsdauer war nicht statistisch signifikant unterschiedlich. Es bestand aber ein statistisch signifikanter Unterschied in der Häufigkeitsverteilung der peripheren Aufenthaltsdauer in Kategorien (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,00001$ ). Dies beruht im Wesentlichen auf der höheren Mortalität der Patienten mit schlechter LV-Funktion, wodurch mehr Patienten keine Aufenthaltsdauer auf der peripheren Station aufwiesen, da sie auf ICU verstorben waren. Dementsprechend war auch die Häufigkeitsverteilung der gesamten Aufenthaltsdauer in Kategorien statistisch signifikant unterschiedlich (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,036$ ).

**Dringlichkeit der Operation** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,021$ ): Der Anteil dringlicher Operationen war bei den Patienten mit unterschiedlicher LV-Funktion vergleichbar. Bei Patienten mit schlechter LV-Funktion war der Anteil der Notoperationen am höchsten.

**Herzrhythmus präoperativ:** Der Rhythmus war präoperativ erwartungsgemäß bei unterschiedlicher LV-Funktion statistisch signifikant unterschiedlich (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,0013$ ). Patienten mit schlechter LV-Funktion zeigten häufiger einen pathologischen Herzrhythmus (normale LV-Funktion: 8,1%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 11,6%, EF<30%: 24,6%,  $p = 0,0031$  im Chi<sup>2</sup>-Test).

**Postoperativer Herzrhythmus** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,0053$ ): Entsprechend dem präoperativen Rhythmus war auch der postoperative Herzrhythmus bei Patienten mit schlechter LV-Funktion häufiger pathologisch.

**Verschlechterung des Herzrhythmus postoperativ** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,023): Bei den Patienten mit schlechter LV-Funktion verschlechterte sich der Herzrhythmus postoperativ häufiger als bei den Patienten mit besserer LV-Funktion (normale LV-Funktion: 27,3%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 38,0%, EF<30%: 45,0%).

Postoperativ **Pneumonie** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,0061): Patienten mit EF<30% hatten sehr viel häufiger als Patienten mit besserer LV-Funktion postoperativ eine Bronchopneumonie (normale LV-Funktion: 6,9%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 6,6%, EF<30%: 19,7%).

Postoperativ **Blutung mit Rethorakotomie** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,015): Patienten mit EF<30% hatten sehr viel häufiger als Patienten mit besserer LV-Funktion postoperativ eine Blutung mit Rethorakotomie (normale LV-Funktion: 0,6%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 1,7%, EF<30%: 6,6%).

**Mortalität gesamt** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,015): Die gesamte Mortalität war bei den Patienten mit EF<30% deutlich höher als bei den Patienten mit besserer LV-Funktion (normale LV-Funktion: 2,9%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 3,3%, EF<30%: 11,5%). Dies beruhte überwiegend auf einer erhöhten cardialen Mortalität.

**Cardiale Mortalität** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,016): Die cardiale Mortalität war bei den Patienten mit EF<30% deutlich höher als bei den Patienten mit besserer LV-Funktion (normale LV-Funktion: 1,2%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 2,5%, EF<30%: 8,2%). Die Unterschiede der extracardialen Mortalität waren nicht statistisch signifikant (normale LV-Funktion: 1,7%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 0,8%, EF<30%: 3,3%).

Folgende Parameter zeigen **tendenzielle** Unterschiede:

**Geschlecht** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,085): Frauen hatten häufiger eine normale LV-Funktion als Männer (normale LV-Funktion: 59,5% gegenüber 45,7%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 25,3% gegenüber 36,6%, EF<30%: 15,2% gegenüber 17,8%).

**Alter bis / über 70 Jahre** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,091): Der Anteil der Patienten über 70 Jahre betrug bei den Patienten mit normaler LV-Funktion 23,1%, bei den Patienten mit

leicht- oder mittelgradig eingeschränkter LV-Funktion 34,7% und bei den Patienten mit EF<30% 29,5%.

**BMI in Kategorien** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,088): Die Häufigkeitsverteilung der BMI-Kategorien war bei den Patienten mit unterschiedlicher LV-Funktion statistisch signifikant unterschiedlich. Patienten mit EF<30% wiesen häufiger einen BMI >20-25 kg/m<sup>2</sup>, seltener einen BMI >25-30 kg/m<sup>2</sup> auf als Patienten mit besserer LV-Funktion.

**ICU-Dauer** (H-Test, p = 0,055): Der Aufenthalt auf ICU dauerte bei den Patienten mit leicht- oder mittelgradig und stark eingeschränkter LV-Funktion im Median länger als bei Patienten mit normaler LV-Funktion. Die Patienten mit EF<30% hatten zum Teil eine außerordentlich lange Aufenthaltsdauer auf ICU, so dass der Mittelwert in dieser Gruppe gegenüber dem Median stark erhöht ist (normale LV-Funktion: 56,2±103,1 / Median 24 Stunden, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 59,3±71,9 / Median 44 Stunden, EF<30%: 109,2±239,1 / Median 44 Stunden).

**Mediastinitis** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,055): Die insgesamt seltene Mediastinitis war bei Patienten mit EF<30% sehr viel häufiger als Patienten mit besserer LV-Funktion (normale LV-Funktion: 0,0%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 0,8%, EF<30%: 3,3%).

### 3.5. LV-Funktion und COPD

Vergleich der Patienten mit unterschiedlicher linksventrikulärer Funktion getrennt für die Patienten ohne COPD, mit COPD und mit COPD der verschiedenen Schweregrade.

#### 3.5.1. Patienten ohne COPD mit unterschiedlicher LV-Funktion

Das mittlere Alter der Patienten ohne COPD in der **LV-Gruppe I (n = 148)** lag bei 64,4 ± 9,4 Jahren, der BMI bei 26,8 ± 3,9 kg/m<sup>2</sup>, die mittlere OP-Dauer betrug 205 ± 44 min, die ECC-Zeit lag bei 95 ± 24 min. Die postoperative Beatmungsdauer war in dieser Gruppe 22 ± 91 Stunden, der Aufenthalt auf der ICU betrug 53,2 ± 100,1 Stunden. Der Aufenthalt auf der peripheren Station lag bei 7,2 ± 2,4 Tagen, der gesamte stationäre Aufenthalt lag bei 9,4 ± 4,1 Tagen.

In der **LV-Gruppe II (n = 98)** war das mittlere Alter 65,3 Jahre  $\pm$  10,3. Der BMI betrug 27,7 kg/m<sup>2</sup>  $\pm$  4,7, die OP-Dauer im Mittel 215 min  $\pm$  56. Die ECC-Dauer lag bei 102 min  $\pm$  30. Postoperativ wurden die Patienten 18 Stunden  $\pm$  61 beatmet, der Aufenthalt auf der ICU lag bei 56 Stunden  $\pm$  72,3. Auf der peripheren Station verweilten die Patienten dieser Gruppe 7,2 Tage  $\pm$  3,3. Der gesamte Aufenthalt betrug 9,5 Tage  $\pm$  4,4.

Die **LV-Gruppe III (n = 48)** hatte ein mittleres Alter von 64,9 Jahren  $\pm$  9,2. Der BMI war 26,9 kg/m<sup>2</sup>  $\pm$  3,6. Die OP-Zeit lag bei 217 min  $\pm$  41, die ECC-Dauer bei 115 min  $\pm$  32. Die postoperative Beatmungszeit betrug 45 Stunden  $\pm$  88. Der Aufenthalt auf der Intensivstation lag bei 80 Stunden  $\pm$  100 und auf der peripheren Station bei 6,9 Tagen  $\pm$  5,1, der gesamte stationäre Aufenthalt errechnete sich dadurch mit 10,3 Tagen  $\pm$  4,8.

In der LV-Gruppe I waren n = 110 (74,3%) männliche Patienten, in der LV-Gruppe II n = 81 (82,7%) und in der LV-Gruppe III n = 39 (81,3%) männlichen Geschlechts. Die ASA-Einteilung II lag in der LV-Gruppe I n = 10 (6,8%) vor, in der LV-Gruppe II n = 2 (2%) und in der LV-Gruppe III n = 0 (0%). ASA III war in der LV-Gruppe I n = 136 (91,9%) vorhanden, in der LV-Gruppe II n = 90 (91,8%) und in der LV-Gruppe III n = 33 (68,8%). Eine ASA IV Einteilung erhielten in der LV-Gruppe I n = 2 (1,4%), in der LV-Gruppe II n = 6 (6,1%) und in der LV-Gruppe III n = 14 (29,2%). Die ASA V Einschätzung trat nur in der LV-Gruppe III n = 1 (2,1%) auf.

Der pathologische präoperative Herzrhythmus wurde in der LV-Gruppe I wie folgt dokumentiert: n = 6 (4,1%) der Patienten hatten chronische und n = 3 (2%) eine intermittierende Absoluta. In der LV-Gruppe II trat eine chronische AA n = 1 (1%) und eine intermittierende AA n = 8 (8,2%) auf. In der Gruppe der hochgradig reduzierten LV-Funktion trat n = 7 (14,6%) eine chronische und n = 4 (8,3%) eine intermittierende Absoluta auf. Ein SSS war n = 1 (2,1%) vorhanden und AV-Blockierungen n = 2 (4,2%).

In der LV-Gruppe I wurden n = 140 (94,6%) Patienten mit einem IMA-Graft versorgt, in der LV-Gruppe II n = 92 (93,9%) und in der LV-Gruppe III n = 43 (89,6%). Die Dringlichkeit der Bypass-Operation verteilte sich wie folgt: elektiv in der LV-Gruppe I n = 114 (77%), in der LV-Gruppe II n = 80 (81,6%) und in der LV-Gruppe III n = 30 (62,5%). Als dringlich galten in der LV-Gruppe I n = 21 (14,2%), in der LV-Gruppe II n = 14 (14,3%) und in der LV-Gruppe III n = 8 (16,8%). Als Notfall wurden in der LV-

Gruppe I n = 13 (8,8%) operiert, in der LV-Gruppe II n = 4 (4,1%) und in der LV-Gruppe III n = 10 (20,8%).

**Pulmonale Komplikationen** traten in der LV-Gruppe I n = 81 (54,7%) auf, in der LV-Gruppe II n = 53 (54,1%) und in der LV-Gruppe III n = 26 (54,2%) auf. **Pneumothoraces** gab es n = 10 (6,8%) in der LV-Gruppe I, n = 6 (6,1%) in der LV-Gruppe II und n = 2 (4,2%) in der LV-Gruppe III. **Dystelektasen** traten n = 44 (29,7%) in der LV-Gruppe I, n = 32 (32,7%) in der LV-Gruppe II und n = 13 (27,1%) in der LV-Gruppe III auf. **Atelektasen** kamen in der LV-Gruppe I n = 20 (13,5%) vor, in der LV-Gruppe II n = 8 (8,2%) und in der LV-Gruppe III n = 5 (10,4%). Unter einer dokumentierten **Dyspnoe** litten in der LV-Gruppe I n = 4 (2,7%), in der LV-Gruppe II n = 6 (6,1%) und in der LV-Gruppe III n = 0 (0%) Patienten. Eine **Bronchopneumonie** entwickelte sich bei n = 7 (4,7%) der Patienten in der LV-Gruppe I, bei n = 4 (4,1%) in der LV-Gruppe II und bei n = 8 (16,7%) in der LV-Gruppe III. Ein **ARDS** trat in der LV-Gruppe I bei n = 2 (1,4%) auf, in der LV-Gruppe II bei n = 1 (1%) und in der LV-Gruppe III bei n = 1 (2,1%). Zu **Reintubationen** kam es in der LV-Gruppe I n = 3 (2%), in der LV-Gruppe II n = 3 (3,1%) und in der LV-Gruppe III n = 2 (4,2%).

**Extrapulmonale Komplikationen** gab es in der LV-Gruppe I n = 86 (58,1%), in der LV-Gruppe II n = 60 (61,2%) und in der LV-Gruppe III n = 32 (66,7%).

Der **postoperative Herzrhythmus** verteilte sich in LV-Gruppe I auf n = 34 (23,9%) absolute Arrhythmie, n = 1 (0,7%) SSS, n = 3 (2,1%) AV-Knotenrhythmus, n = 2 (1,4%) AV-Blockierungen und n = 2 (1,4%) ventrikuläre Tachykardien. Es verschlechterte sich im Vergleich zu präoperativ bei n = 43 (29,25%) der Rhythmus. In der Gruppe II trat eine AA n = 33 (34,7%), AV-Block n = 1 (1,1%) und VT n = 2 (2,1%) auf. Es verschlechterte sich der Rhythmus bei n = 38 (38,8%) Patienten. In der LV-Gruppe III lag postoperativ n = 17 (37,8%) eine AA vor, n = 1 (2,2%) ein SSS, n = 1 (2,2%) ein AV-Block, n = 2 (4,4%) ein AV-Knotenrhythmus und n = 4 (8,9%) ventrikuläre Tachykardien. Es kam dadurch bei n = 22 (46,8%) zu einer Verschlechterung des präoperativ vorliegenden Herzrhythmus.

Zu **sternalen Wundheilungsstörungen** kam es in der LV-Gruppe I n = 25 (16,9%), in der LV-Gruppe II n = 13 (13,3%) und in der LV-Gruppe III n = 7 (14,6%). Eine **Media**

**stinitis** trat nur in der LV-Gruppe II n = 1 (1%) und in der LV-Gruppe III n = 1 (2,1%) auf. **Sternumdehiszenzen** wurden n = 1 (0,7%) in der LV-Gruppe I beobachtet, n = 1 (1%) in der LV-Gruppe II und n = 2 (4,2%) in der LV-Gruppe III. Zu **transfusionsbedürftigen postoperativen Nachblutungen** kam es in der LV-Gruppe I n = 19 (12,8%), in der LV-Gruppe II n = 16 (16,3%) und in der LV-Gruppe III n = 4 (8,3%). Eine **Blutung mit Rethorakotomie** trat in der LV-Gruppe I n = 1 (0,7%), in der LV-Gruppe II n = 2 (2%) und in der LV-Gruppe III n = 3 (6,3%) auf.

Zu **neurologischen Komplikationen** kam es in der LV-Gruppe I n = 12 (8,1%), davon n = 7 (4,7%) TIA oder Insult und n = 5 (3,4%) mit peripheren Defiziten. In der LV-Gruppe II kam es zu n = 7 (7,1%) TIA oder Insult und in der LV-Gruppe III n = 6 (12,5%) zu TIA oder Insult.

Eine peri- oder postoperative **Myokardischämie** trat in der LV-Gruppe I n = 10 (6,7%) auf, in der LV-Gruppe II n = 8 (8,2%) und in der LV-Gruppe III n = 7 (14,6%).

Die **Mortalität** lag in der LV-Gruppe I gesamt bei n = 4 (2,7%), davon n = 2 (1,4%) cardial und n = 2 (1,4%) extracardial bedingt. In der LV-Gruppe II verstarben n = 3 (3,1%), ausschließlich cardial. In der LV-Gruppe III lag die Mortalität bei n = 6 (12,5%), davon verstarben n = 4 (8,3%) cardial und n = 2 (4,2%) aus extracardialen Gründen.

### 3.6. Bearbeitung der Fragestellung Kontrollgruppe und LV-Funktion

Bei den Patienten ohne COPD bestanden zwischen den Patienten mit unterschiedlicher linksventrikulärer Funktion in folgenden Parametern statistisch **signifikante** Unterschiede:

**ECC-Dauer:** Die ECC-Dauer war statistisch signifikant unterschiedlich (normale LV-Funktion:  $94,9 \pm 23,5$  / Median 92,5 Minuten, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion:  $102,1 \pm 30,1$  / Median 98,5 Minuten, EF<30%:  $114,5 \pm 31,7$  / Median 106,5 Minuten,  $p = 0,0005$  im H-Test). Im post-hoc-Test erwies sich der Unterschied zwischen den Patienten mit normaler LV-Funktion und EF<30% sowie zwischen den Patienten mit leicht- oder mittelgradig eingeschränkter LV-Funktion und EF<30% als stati

stisch signifikant. Entsprechend war auch die Häufigkeitsverteilung der ECC-Dauer in Kategorien statistisch signifikant unterschiedlich (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,0097$ ) sowie der Anteil der Patienten mit einer ECC-Dauer über 120 Minuten (normale LV-Funktion: 14,2%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 16,3%, EF<30%: 33,3%,  $p = 0,0097$  im Chi<sup>2</sup>-Test).

**Beatmungsdauer:** Die Beatmungsdauer war statistisch signifikant unterschiedlich (normale LV-Funktion:  $21,5 \pm 91,2$  / Median 9 Stunden, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion:  $18,2 \pm 61,1$  / Median 9 Stunden, EF<30%:  $45,0 \pm 88,1$  / Median 11 Stunden,  $p = 0,046$  im H-Test). Im post-hoc-Test erwies sich der Unterschied zwischen den Patienten mit leicht- bis mittelgradig eingeschränkter LV-Funktion und EF<30% als statistisch signifikant. Auch die Häufigkeitsverteilung der Beatmungsdauer in Kategorien war statistisch signifikant unterschiedlich (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,035$ ).

**Dauer des Aufenthaltes auf peripherer Station:** Die mittlere Aufenthaltsdauer war nicht statistisch signifikant unterschiedlich. Es bestand aber ein statistisch signifikanter Unterschied in der Häufigkeitsverteilung der peripheren Aufenthaltsdauer in Kategorien (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,00007$ ). Dies beruht im Wesentlichen auf der höheren Mortalität der Patienten mit schlechter LV-Funktion, wodurch mehr Patienten keine Aufenthaltsdauer auf der peripheren Station aufwiesen, da sie auf ICU verstorben waren. Dementsprechend war auch die Häufigkeitsverteilung der gesamten Aufenthaltsdauer in Kategorien tendenziell unterschiedlich (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,057$ ).

**Dringlichkeit der Operation** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,020$ ): Bei Patienten mit schlechter LV-Funktion war der Anteil der Notoperationen am höchsten.

**Herzrhythmus präoperativ:** Der Herzrhythmus war präoperativ erwartungsgemäß bei unterschiedlicher LV-Funktion statistisch signifikant unterschiedlich (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,00002$ ). Patienten mit schlechter LV-Funktion zeigten häufiger einen pathologischen Herzrhythmus (normale LV-Funktion: 6,1%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 9,2%, EF<30%: 29,2%,  $p = 0,00004$  im Chi<sup>2</sup>-Test).

**Postoperativer Herzrhythmus** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,029$ ): Entsprechend dem präoperativen Herzrhythmus war auch der postoperative Herzrhythmus bei Patienten mit schlechter LV-Funktion häufiger pathologisch.

Postoperativ **Pneumonie** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,0070): Patienten mit EF<30% hatten sehr viel häufiger als Patienten mit besserer LV-Funktion postoperativ eine Bronchopneumonie (normale LV-Funktion: 4,7%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 4,1%, EF<30%: 16,7%).

**Mortalität gesamt** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,012): Die gesamte Mortalität war bei den Patienten mit EF<30% deutlich höher als bei den Patienten mit besserer LV-Funktion (normale LV-Funktion: 2,7%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 3,1%, EF<30%: 12,5%).

Folgende Parameter zeigen **tendenzielle** Unterschiede:

**ICU-Dauer** (H-Test, p = 0,096): Der Median der ICU-Dauer nahm mit abnehmender LV-Funktion zu (normale LV-Funktion: 53,2±100,1 / Median 24 Stunden, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 56,0±72,3 / Median 34 Stunden, EF<30%: 80,0±100,4 / Median 45 Stunden)

**Pathologischer Herzrhythmus** postoperativ (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,061): Bei den Patienten mit schlechter LV-Funktion traten postoperativ häufiger Rhythmusstörungen neu auf als bei den Patienten mit besserer LV-Funktion (normale LV-Funktion: 29,3%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 38,8%, EF<30%: 46,8%).

Postoperativ **Blutung mit Rethorakotomie** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,060): Patienten mit EF<30% hatten sehr viel häufiger als Patienten mit regulärer LV-Funktion postoperativ eine Blutung mit Rethorakotomie (normale LV-Funktion: 0,7%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 2,0%, EF<30%: 6,3%).

Postoperativ **neurologische Komplikationen** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,082): Der Anteil der Patienten mit TIA / Insult nahm mit abnehmender LV-Funktion zu (normale LV-Funktion: 4,7%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 7,1%, EF<30%: 12,5%), periphere neurologische Komplikationen traten dagegen nur bei 3,4% der Patienten mit normaler LV-Funktion auf.

**Cardiale Mortalität** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,051): Die cardiale Mortalität war bei den Patienten mit EF<30% deutlich höher als bei den Patienten mit besserer LV-Funktion (nor

male LV-Funktion: 1,4%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 3,1%, EF<30%: 8,3%). Die Unterschiede der extracardialen Mortalität waren nicht statistisch signifikant (normale LV-Funktion: 1,4%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 0,0%, EF<30%: 4,2%).

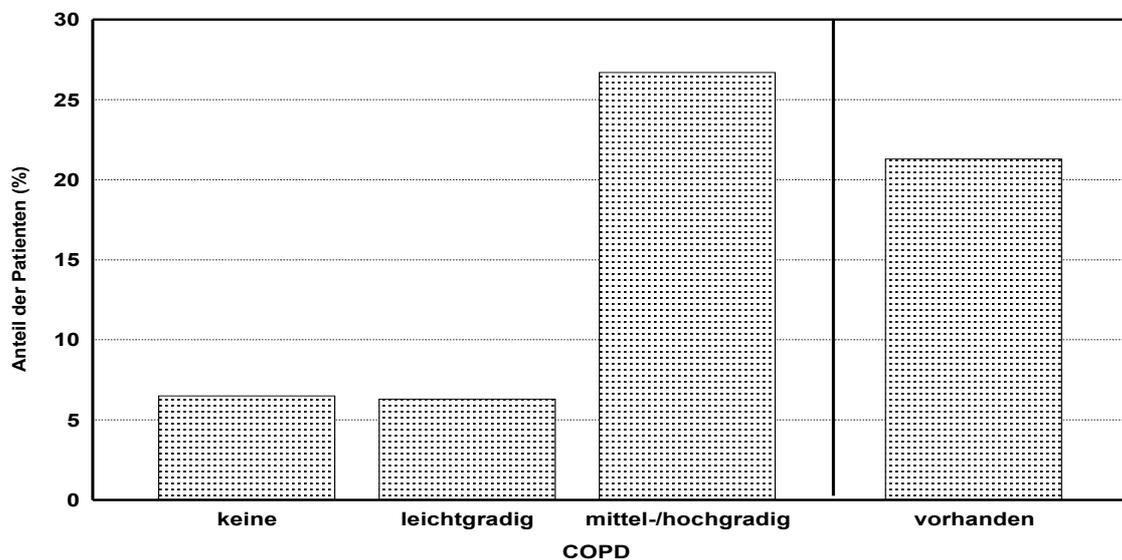


Abbildung 9: Vergleich der Häufigkeit von Bronchopneumonien (%) bei Patienten mit und ohne bzw. mit unterschiedlich schwerer COPD. Der Unterschied zwischen den Patienten mit und ohne COPD (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p < 0,001$ ) sowie den Patienten mit mittel- oder hochgradiger bzw. ohne COPD (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p < 0,0001$ ) war statistisch signifikant.

### 3.7. COPD-Gruppe und LV-Funktion

Das mittlere Alter der **Gesamt-COPD-Gruppe mit regulärer LV-Funktion (n = 25)** betrug  $65,5 \pm 9$  Jahre, in der **LV-Gruppe II (n = 23)**  $67,5 \pm 8,7$  Jahre und in der **LV-Gruppe III (n = 13)**  $66,3 \pm 10,1$  Jahre. Die Patienten mit **leichtgradiger COPD in der LV-Gruppe I (n = 8)** hatten ein mittleres Alter von  $63,5 \pm 10,9$ , in der **LV-Gruppe II (n = 4)**  $68,3 \pm 7,5$  Jahre und in der **LV-Gruppe III (n = 4)**  $58,8 \pm 10,5$  Jahre. Die Patienten mit **mittel- bis hochgradiger COPD** hatten in der **LV-Gruppe I (n = 17)** ein mittleres Alter von  $66,5 \pm 8,2$  Jahren, in der **LV-Gruppe II (n = 19)**  $67,3 \pm 9,2$  Jahre und in der **LV-Gruppe III (n = 9)**  $69,7 \pm 8,4$  Jahre.

Der BMI betrug in der *Gesamt-COPD-Gruppe* mit normaler LV-Funktion  $28,4 \text{ kg/m}^2 \pm 4,2$ , in der LV-Gruppe II  $27,7 \text{ kg/m}^2 \pm 4,7$  und in der LV-Gruppe III  $25,3 \text{ kg/m}^2 \pm 4$ . In der Gruppe mit *leichtgradiger COPD* bei regulärer LV-Funktion lag der BMI bei  $27,7 \text{ kg/m}^2 \pm 2,7$ , in der LV-Gruppe II bei  $25,8 \text{ kg/m}^2 \pm 4,6$  und in der Gruppe mit *hochgradig reduzierter LV-Funktion* bei  $26,4 \text{ kg/m}^2 \pm 5,1$ . In der mittel- bis hochgradigen COPD-Gruppe betrug der BMI in der LV-Gruppe I  $28,8 \text{ kg/m}^2 \pm 4,8$ , in der LV-Gruppe II  $28,1 \text{ kg/m}^2 \pm 4,8$  und in der LV-Gruppe III  $24,8 \text{ kg/m}^2 \pm 3,6$ .

Die OP-Dauer in der *Gesamt-COPD-Gruppe* mit regulärer LV-Funktion lag bei  $210 \text{ min} \pm 4$ , in der LV-Gruppe II  $222 \text{ min} \pm 47$  und in der LV-Gruppe III  $214 \text{ min} \pm 67$ . Die ECC-Dauer betrug in der LV-Gruppe I  $108 \text{ min} \pm 25$ , in der LV-Gruppe II  $103 \text{ min} \pm 32$  und in der LV-Gruppe III  $119 \text{ min} \pm 46$ . In der *leichtgradigen COPD-Gruppe* war die OP-Zeit in der LV-Gruppe I bei  $226 \text{ min} \pm 34$ , in der LV-Gruppe II bei  $199 \text{ min} \pm 40$  und in der LV-Gruppe III bei  $199 \text{ min} \pm 34$ . Die ECC-Zeit war in der LV-Gruppe I  $114 \text{ min} \pm 20$ , in der LV-Gruppe II  $98 \text{ min} \pm 21$  und in der LV-Gruppe III  $101 \text{ min} \pm 27$ . Bei den Patienten mit *mittel- bis hochgradiger COPD* in der LV-Gruppe I lag die OP-Dauer bei  $203 \text{ min} \pm 34$ , in der LV-Gruppe II bei  $225 \text{ min} \pm 48$  und in der LV-Gruppe III bei  $221 \text{ min} \pm 79$ . Die ECC-Dauer betrug in der LV-Gruppe I  $105 \text{ min} \pm 28$ , in der LV-Gruppe II  $104 \text{ min} \pm 34$  und in der LV-Gruppe III  $127 \text{ min} \pm 52$ .

Die postoperative Beatmungszeit in der *Gesamt-COPD-Gruppe* bei normaler LV-Funktion betrug im Mittel  $48 \text{ Stunden} \pm 120$ , in der LV-Gruppe II  $26 \text{ Stunden} \pm 45$  und in der LV-Gruppe mit hochgradiger Einschränkung  $150 \text{ Stunden} \pm 366$ . In der *leichtgradigen COPD-Gruppe* lag die Beatmungsdauer in der LV-Gruppe I bei  $59 \text{ Stunden} \pm$

141, in der LV-Gruppe II bei 11 Stunden  $\pm$  7 und in der LV-Gruppe III bei 9 Stunden  $\pm$  1. Bei Patienten mit *mittel- bis hochgradiger COPD* und regulärer LV-Funktion war die Beatmungsdauer im Mittel 42 Stunden  $\pm$  114, in der LV-Gruppe II 29 Stunden  $\pm$  50 und in der Gruppe mit hochgradig eingeschränkter LV-Funktion 212 Stunden  $\pm$  433.

Der stationäre Aufenthalt unterteilte sich folgenderweise: In der *COPD-Gesamtgruppe* mit normaler LV-Funktion war der Aufenthalt auf der ICU 74 Stunden  $\pm$  120, LV-Gruppe II: 73 Stunden  $\pm$  70, LV-Gruppe III: 217 Stunden  $\pm$  480. Auf der peripheren Station lagen die Patienten mit regulärer LV-Funktion 7,4 Tage  $\pm$  2,9, LV-Gruppe II: 6,8 Tage  $\pm$  2, LV-Gruppe III: 7,8 Tage  $\pm$  6,1. Der Gesamtaufenthalt betrug für LV-Gruppe I 10,4 Tage  $\pm$  3,9, für LV-Gruppe II 9,8 Tage  $\pm$  2,5 und für LV-Gruppe III 16,8 Tage  $\pm$  24,9.

In der Gruppe mit *leichtgradiger COPD* und normaler LV lag der Aufenthalt auf der Intensivstation bei 79 Stunden  $\pm$  134, LV-Gruppe II: 51 Stunden  $\pm$  32, LV-Gruppe III: 22 Stunden  $\pm$  1,4. Auf der peripheren Station lagen die Patienten der LV-Gruppe I postoperativ 5,8 Tage  $\pm$  2,6, LV-Gruppe II: 6,5 Tage  $\pm$  2,4, LV-Gruppe III: 7 Tage  $\pm$  1,4. Der gesamte Aufenthalt postoperativ war in der LV-Gruppe I 9,1 Tage  $\pm$  3,5, in der LV-Gruppe II 8,6 Tage  $\pm$  1,9 und in der LV-Gruppe III 7,9  $\pm$  1,4.

Für die Patienten mit *mittel- bis hochgradiger COPD* verhielt sich die Dauer des Aufenthaltes folgendermaßen: ICU LV-Gruppe I: 72 Stunden  $\pm$  118, LV-Gruppe II: 78 Stunden  $\pm$  76, LV-Gruppe III: 303 Stunden  $\pm$  564. Die Peripherie wurde in der LV-Gruppe I 8,1 Tage  $\pm$  2,8 belegt, LV-Gruppe II: 6,8 Tage  $\pm$  2, LV-Gruppe III: 8,1 Tage  $\pm$  7,4. Der insgesamt Aufenthalt postoperativ lag in der LV-Gruppe I bei 11,1 Tage  $\pm$  4, in der Gruppe mit leicht- bis mittelgradig reduzierter LV-Funktion bei 10,1 Tage  $\pm$  2,6 und in der LV-Gruppe III 20,8 Tage  $\pm$  29,5.

In der *Gesamt-COPD-Gruppe* kamen in der Gruppe mit normaler LV-Funktion  $n = 16$  (64%) männliche Patienten vor, in der LV-Gruppe II  $n = 20$  (87%) und eine hochgradig eingeschränkte LV-Funktion hatten  $n = 10$  (76,9%) Männer. In der Gruppe der *leichtgradigen COPD* hatten  $n = 6$  (75%) Männer eine normale LV-Funktion,  $n = 4$  (100%) eine leicht- bis mittelgradige und  $n = 3$  (75%) Männer eine hochgradig reduzierte LV-Funktion. Bei *mittel- bis hochgradiger COPD* und regulärer LV-Funktion waren  $n = 10$

(58,8%) männlichen Geschlechts, in der LV-Gruppe II n = 16 (84,2%) und in der LV-Gruppe III n = 7 (77,8%).

Der präoperative Herzrhythmus in der *Gesamt-COPD-Gruppe* mit normaler LV-Funktion war n = 4 (16%) chronisch und n = 1 (4%) intermittierend arrhythmisch. In der LV-Gruppe II hatten n = 4 (17,4%) eine chronische und n = 1 (4,4%) eine intermittierende Absoluta. In der LV-Gruppe III zeigte sich bei n = 1 (7,7%) eine chronische Absoluta. Die *leichtgradigen COPD-Patienten* mit normaler LV-Funktion hatten jeweils n = 1 (12,5%) eine chronische und eine intermittierende Absoluta. In der Gruppe der *mittel- bis hochgradigen COPD-Patienten* mit der LV-Gruppe I hatten n = 3 (17,7%) eine chronische Absoluta. In der LV-Gruppe II zeigte sich n = 4 (21,1%) eine chronische und n = 1 (5,3%) eine intermittierende Arrhythmie.

Ein IMA-Graft erhielten in der *Gesamt-COPD-Gruppe* mit regulärer LV-Funktion n = 24 (96%), in der LV-Gruppe II n = 20 (87%) und in der LV-Gruppe III n = 13 (100%). Elektiv wurden in der LV-Gruppe I n = 23 (92%), in der LV-Gruppe II n = 18 (78,3%) und in der LV-Gruppe III n = 76,9% Patienten operiert. Als dringlich galten in der LV-Gruppe I n = 1 (4%), in der LV-Gruppe II n = 3 (13%) und in der LV-Gruppe III n = 1 (7,7%) Operationen. Notfälle wurden in der LV-Gruppe I n = 1 (4%), in der LV-Gruppe II n = 2 (8,7%) und in der LV-Gruppe III n = 2 (15,4%) operiert.

In der *mittel- bis hochgradigen COPD-Gruppe* der LV-Kategorie I wurden n = 16 (94,1%) mit IMA-Graft versorgt, in der LV-Gruppe II n = 16 (84,2%) und in der LV-Gruppe III n = 9 (100%). Elektive Operationen in der LV-Gruppe I kamen n = 15 (88,2%), in der LV-Gruppe II n = 14 (73,7%) und in der LV-Gruppe III n = 6 (66,7%) vor. Dringliche Operationen kamen in der LV-Gruppe I n = 1 (5,9%), in der LV-Gruppe II n = 3 (15,8%) und in der LV-Gruppe III n = 1 (11,1%) vor. Als Notoperation galten in der LV-Gruppe I n = 1 (5,9%), in der LV-Gruppe II n = 2 (10,5%) und in der LV-Gruppe III n = 2 (22,2%).

**Pulmonale Komplikationen** kamen in der *COPD-Gesamtgruppe* mit normaler LV-Funktion n = 20 (80%), in der LV-Gruppe II n = 16 (69,6%) und in der LV-Gruppe III n = 7 (53,9%) vor. Bei Patienten mit *leichtgradiger COPD* und LV-Gruppe I traten diese n = 5 (62,5%), in der LV-Gruppe II n = 1 (25%) auf. Bei *mittel- bis hochgradiger*

*COPD* und LV-Gruppe I gab es pulmonale Komplikationen bei  $n = 15$  (88,2%), in der LV-Gruppe II  $n = 15$  (79%) und in der LV-Gruppe III  $n = 7$  (77,8%). In der *Gesamt-COPD-Gruppe* kamen **Pneumothoraces** bei guter LV-Funktion  $n = 3$  (12%), in der LV-Gruppe II  $n = 1$  (4,4%) und in der LV-Gruppe III  $n = 2$  (15,4%) vor. Bei Patienten mit *mittel- bis hochgradiger COPD* in der LV-Gruppe I  $n = 3$  (17,7%), in der LV-Gruppe II  $n = 1$  (5,3%) und in der LV-Gruppe III  $n = 2$  (22,2%). **Dystelektasen** traten in der *Gesamt-COPD-Gruppe* mit guter LV-Funktion  $n = 9$  (36%), in der LV-Gruppe II  $n = 4$  (17,4%) und in der LV-Gruppe III  $n = 1$  (7,7%) auf. In der *leichtgradigen COPD-Gruppe* und regulärer LV-Funktion kam es  $n = 3$ , (37,5%) und in der LV-Gruppe II  $n = 1$  (25%) zu Dystelektasen. Die Patienten mit einer *mittel- bis hochgradigen COPD* und normaler LV-Funktion hatten  $n = 6$  (35,3%) Dystelektasen, in der LV-Gruppe II  $n = 3$  (15,8%) und in der LV-Gruppe III  $n = 1$  (11,1%). **Atelektasen** traten im *Gesamt-COPD-Kollektiv* mit LV-Gruppe I  $n = 4$  (16%), in der LV-Gruppe II  $n = 6$  (26,1%) und in der LV-Gruppe III  $n = 2$  (15,4%) auf. In der *leichtgradigen COPD-Gruppe* kam es  $n = 1$  (12,5%) zu einer Atelektase, bei guter LV-Funktion. Bei *mittel- bis hochgradiger COPD* und LV-Gruppe 1 kam dieses  $n = 3$  (17,7%) vor, LV-Gruppe II  $n = 6$  (31,6%) und LV-Gruppe III  $n = 2$  (22,2%). Eine **Bronchopneumonie** trat in der *Gesamt-COPD-Gruppe* bei regulärerer LV-Funktion  $n = 5$  (20%), LV-Gruppe II  $n = 4$  (17,4%) und in der LV-Gruppe III  $n = 4$  (30,8%) auf. Bei *leichtgradiger COPD* und guter LV-Funktion kam es dazu  $n = 1$  (12,5%). In der Gruppe der *mittel- bis hochgradigen COPD* Patienten mit LV-Funktion I kam dieses  $n = 4$  (23,5%), in der LV-Gruppe II  $n = 4$  (21,1%) und in der LV-Gruppe III  $n = 4$  (44,4%) vor. Ein **ARDS** trat im *Gesamt-COPD-Kollektiv* und LV-Funktion III  $n = 1$  (7,7%), dieses war ein Patient mit *mittel- bis hochgradiger COPD* und hochgradig reduzierter LV-Funktion. **Reintubationen** kamen in der *Gesamt-COPD-Gruppe* mit LV-Funktion I  $n = 3$  (12%), in der LV-Gruppe II  $n = 4$  (17,4%) und in der LV-Gruppe III  $n = 2$  (15,4%) vor: in der *leichtgradigen COPD-Gruppe* mit guter LV-Funktion  $n = 1$  (12,5%) und in der *mittel- bis hochgradigen COPD-Gruppe* und LV-Funktion I  $n = 2$  (11,8%), in der LV-Gruppe II  $n = 4$  (21,1%) und der LV-Gruppe III  $n = 2$  (22,2%).

**Extrapulmonale Komplikationen** ergaben sich in der *COPD-Gesamtgruppe* und LV-Gruppe I  $n = 15$  (60%), in der LV-Gruppe II  $n = 17$  (73,9%) und der LV-Gruppe III  $n = 6$  (46,2%). Bei *leichtgradiger COPD* und LV-Gruppe I kamen diese  $n = 5$  (62,5%) und

in der LV-Gruppe II n = 3 (75%) vor. *Mittel- und hochgradige COPD*-Patienten mit normaler LV-Funktion hatten eine extrapulmonale Morbidität von n = 10 (58,8%), in der LV-Gruppe II n = 14 (73,7%) und in der LV-Gruppe III n = 6 (66,7%).

**Postoperative Rhythmusstörungen** traten in der *COPD-Gesamtgruppe* mit regulärer LV-Funktion wie folgt auf: AA LV-Gruppe I n = 6 (24%), LV-Gruppe II n = 10 (47,6%), LV-Gruppe III n = 3 (25%). AV-Block: LV-Gruppe I n = 1 (4%) und LV-Gruppe III n = 1 (8,3%). Ventrikuläre Tachykardien LV-Gruppe III n = 1 (8,3%). Zu einer Verschlechterung des Rhythmus kam es in der LV-Gruppe I n = 4 (16%), in der LV-Gruppe II n = 8 (34,8%) und in der LV-Gruppe III n = 5 (38,5%). *Leichtgradige COPD-Patienten* hatten bei normaler LV-Funktion in n = 2 (25%) eine AA. Es kam in n = 1 (12,5%) Fall zu einer Verschlechterung der präoperativen Rhythmus. *Mittel- und hochgradige COPD-Patienten* hatten in der LV-Gruppe I n = 4 (23,5%), LV-Gruppe II n = 10 (58,8%) und LV-Gruppe III n = 3 (37,5%) eine AA. Ein AV-Block hatten in der Gruppe I n = 1 (5,9%) und in der LV-Gruppe III n = 1 (12,5%). Eine VT kam nur in der LV-Gruppe III n = 1 (12,5%) vor. Es verschlechterte sich dadurch der Herzrhythmus in der LV-Gruppe I n = 3 (17,7%), in der LV-Gruppe II n = 8 (42,1%) und in der LV-Gruppe III n = 5 (55,6%).

Zu **sternalen Wundheilungsstörungen** kam es im *Gesamt-COPD-Kollektiv* n = 5 (20%) bei guter LV-Funktion, in der LV-Gruppe II n = 6 (26,1%) und in der LV-Gruppe III n = 2 (15,4%). Eine **Sternumdehiszenz** zeigte sich nur bei einem Patienten (4,4%) mit leicht- bis mittelgradig eingeschränkter LV-Funktion – und *mittel- bis hochgradiger COPD* (5,3%). 2 Patienten mit *leichtgradiger COPD* und LV-Funktion II (50%) hatten sternale WHS, bei *mittel- bis hochgradiger COPD* traten WHS in der LV-Gruppe I n = 5 (29,4%), in der LV-Gruppe II n = 4 (21,1%) und in der LV-Gruppe III n = 2 (22,2%) auf. Eine **Mediastinitis** trat im *Gesamt-COPD-Kollektiv* nur bei hochgradig reduzierter LV-Funktion n = 1 (7,7%) auf, dieser Patient hatte eine *mittel- bis hochgradige COPD* (11,1%). Zu **transfusionsbedürftigen Nachblutungen** kam es bei der *Gesamt-COPD-Gruppe* mit guter LV-Funktion n = 7 (28%), in der LV-Gruppe II n = 6 (26,1%) und in der LV-Gruppe III n = 4 (30,8%). Bei der *leichtgradigen COPD* trat dieses in der LV-Gruppe I n = 4 (50%) und in der LV-Gruppe II n = 1 (25%) auf. Patienten mit *mittel- bis hochgradiger COPD* und guter LV-Funktion hatten dieses n = 3

(17,7%), mit LV-Gruppe II n = 5 (26,3%), LV-Gruppe III n = 4 (44,4%). Zu **Rethorakotomien** aufgrund von Nachblutungen in der *Gesamt-COPD*-Gruppe kam es nur n = 1 (7,7%) in der LV-Gruppe III, dieses war ein Patient mit *mittel- bis hochgradiger COPD* (11,1%).

**Neurologische Komplikationen** traten im *COPD-Gesamtkollektiv* nur mit zentraler Ursache auf, in der Gruppe mit regulärer LV-Funktion n = 5 (20%) – davon ein Patient mit *leichtgradiger COPD* (12,5%)- und in der LV-Gruppe II n = 1 (4,4%), also alles Patienten mit *mittel- bis hochgradiger COPD*.

Eine **Myokardischämie** erlitten in der *COPD-Gesamtgruppe* mit guter LV-Funktion n = 3 (12%), mit LV-Funktion II n = 4 (17,4%) und mit LV-Funktion III n = 2 (15,4). Zwei Patienten mit *leichtgradiger COPD* und guter LV-Funktion (25%), sowie n = 1 (5,9%) der LV-Gruppe I, n = 4 (21,1%) der LV-Gruppe II und n = 2 (22,2%) der LV-Gruppe III mit *mittel- bis hochgradiger COPD* hatten eine myokardiale Ischämie.

Die **Mortalität** der *Gesamt-COPD-Gruppe* cardial lag bei n = 1 (7,7%), hier mit hochgradig reduzierter LV-Funktion, dieser Patient hatte eine *mittel- bis hochgradige COPD*. Die extracardiale Mortalität verteilte sich n = 1 (4%) auf LV-Funktion I (*leichtgradige COPD*, 12,5%) und n = 1 (4,4%) auf LV-Funktion II, Patient mit *mittel- bis hochgradiger COPD* (5,3%).

### 3.8. Auswertung der Fragestellung COPD-Gruppe und LV-Funktion

Bei den gesamten Patienten **mit COPD** bestand zwischen den Patienten mit unterschiedlicher linksventrikulärer Funktion in folgendem Parameter ein statistisch **signifikanter** Unterschied:

**BMI bis / über 25 kg/m<sup>2</sup>** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,046): Der Anteil der Patienten mit einem BMI über 25 kg/m<sup>2</sup> nahm mit abnehmender LV-Funktion ab (normale LV-Funktion: 84,0%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 73,9%, EF<30%: 46,2%).

Der folgende Parameter zeigte **tendenzielle** Unterschiede:

Postoperativ **neurologische Komplikationen** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,078): Periphere neurologische Komplikationen traten bei den *Patienten mit COPD* nicht auf. Der Anteil der Patienten mit TIA / Insult nahm mit abnehmender LV-Funktion ab (normal LV-Funktion: 20,0%, leicht- bis mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion: 4,4%, EF<30%: 0,0%).

Bei den Patienten mit *leichtgradiger COPD* kamen nur elektive LIMA-Operationen vor, die postoperativen Komplikationen Pneumothorax, Dyspnoe, Mediastinitis, Dehiszenz des Sternums und Blutung mit Rethorakotomie traten nicht auf, kein Patient verstarb aus cardialer Ursache. Diese Punkte können damit nicht untersucht werden.

Ein statistisch **signifikanter** Unterschied bestand nur bei der Häufigkeit der **sternalen Wundheilungsstörungen** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,032), die nur bei 2 von 4 Patienten mit leicht- bis mittelgradig eingeschränkter LV-Funktion auftraten. Es wird sich hier am ehesten um ein zufällig statistisch signifikantes Ergebnis handeln.

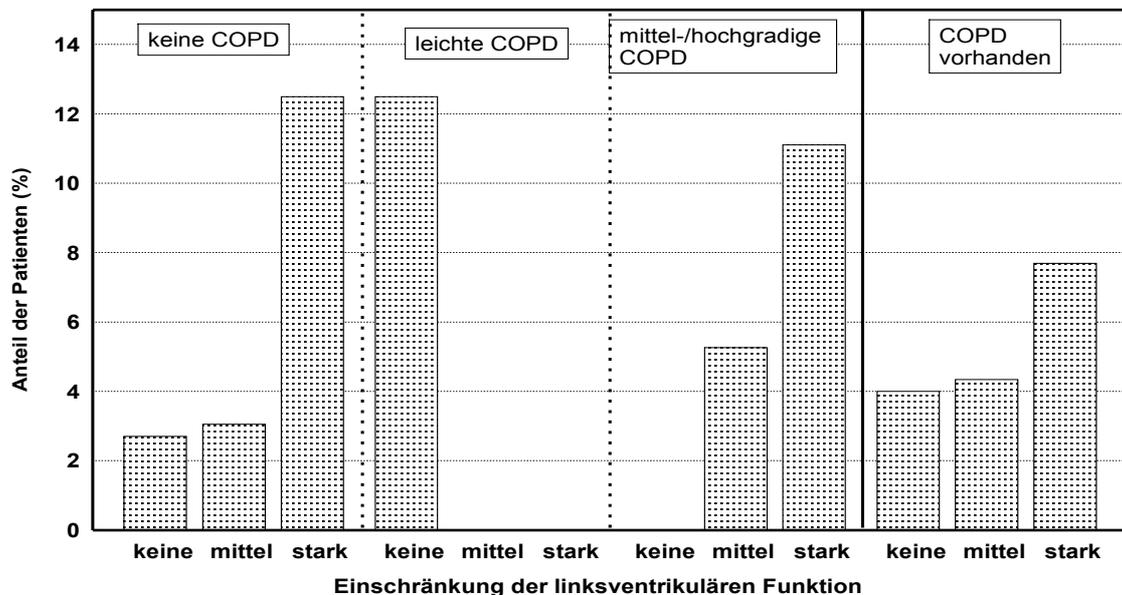


Abbildung 10: Mortalität bei Patienten mit unterschiedlich starker Einschränkung der linksventrikulären Funktion (%), getrennt für Patienten mit und ohne COPD sowie mit leichtgradiger COPD und mit mittel- oder hochgradiger COPD. Nur bei den Patienten ohne COPD ließ sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Patienten mit unterschiedlicher linksventrikulärer Funktion nachweisen (H-Test,  $p < 0,05$ ).

Bei folgenden Parametern bestanden **tendenzielle** Unterschiede:

**BMI bis / über 25 kg/m<sup>2</sup>** (Chi<sup>2</sup>-Test,  $p = 0,91$ ): 87,5% der Patienten mit normaler LV-Funktion, 25% der Patienten mit leicht- oder mittelgradig eingeschränkter LV-Funktion und 50% der Patienten mit EF<30% wiesen ein BMI über 25 kg/m<sup>2</sup> auf.

**Pulmonale Komplikationen** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,091): 62,5% der Patienten mit normaler LV-Funktion, 25% der Patienten mit leicht- oder mittelgradig eingeschränkter LV-Funktion und keiner der Patienten mit EF<30% erlitten postoperativ pulmonale Komplikationen.

**Extrapulmonale Komplikationen** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,064): 62,5% der Patienten mit normaler LV-Funktion, 75,0% der Patienten mit leicht- oder mittelgradig eingeschränkter LV-Funktion und keiner der Patienten mit EF<30% erlitten postoperativ pulmonale Komplikationen.

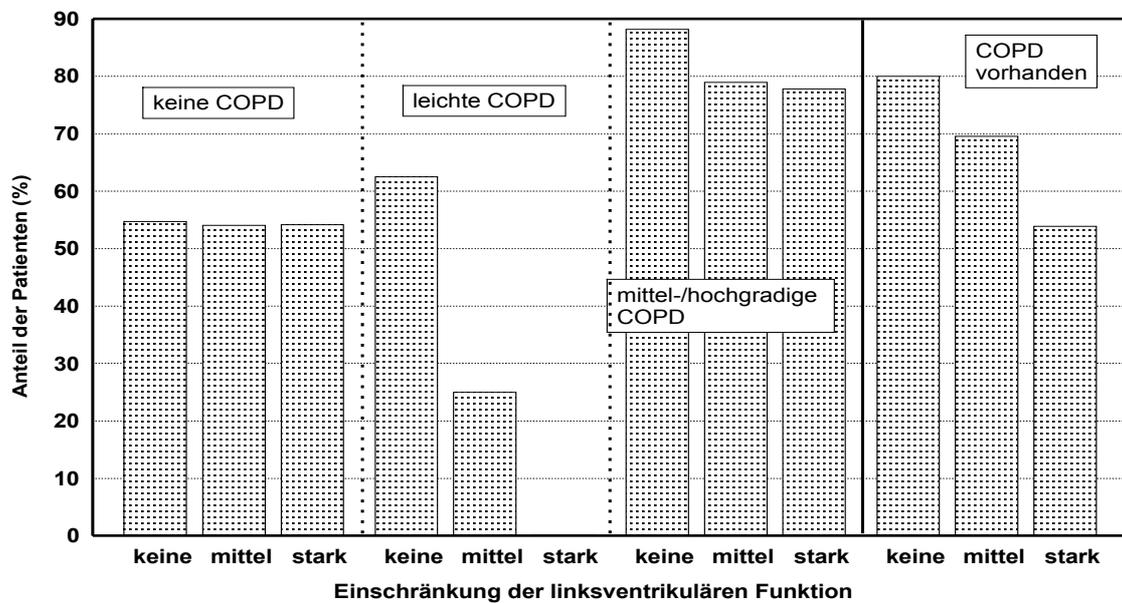


Abbildung 11: Häufigkeit pulmonaler Komplikationen bei Patienten mit unterschiedlich starker Einschränkung der linksventrikulären Funktion (%), getrennt für Patienten mit und ohne COPD sowie mit leichtgradiger COPD und mit mittel- oder hochgradiger COPD. Nur bei den Patienten mit leichtgradiger COPD bestand ein tendenzieller Unterschied zwischen den Patienten mit unterschiedlicher linksventrikulärer Funktion (H-Test,  $p < 0,10$ ).

Es bestanden bei den Patienten mit *mittel- oder hochgradiger COPD* keine statistisch **signifikanten** Unterschiede zwischen Patienten mit unterschiedlicher LV-Funktion.

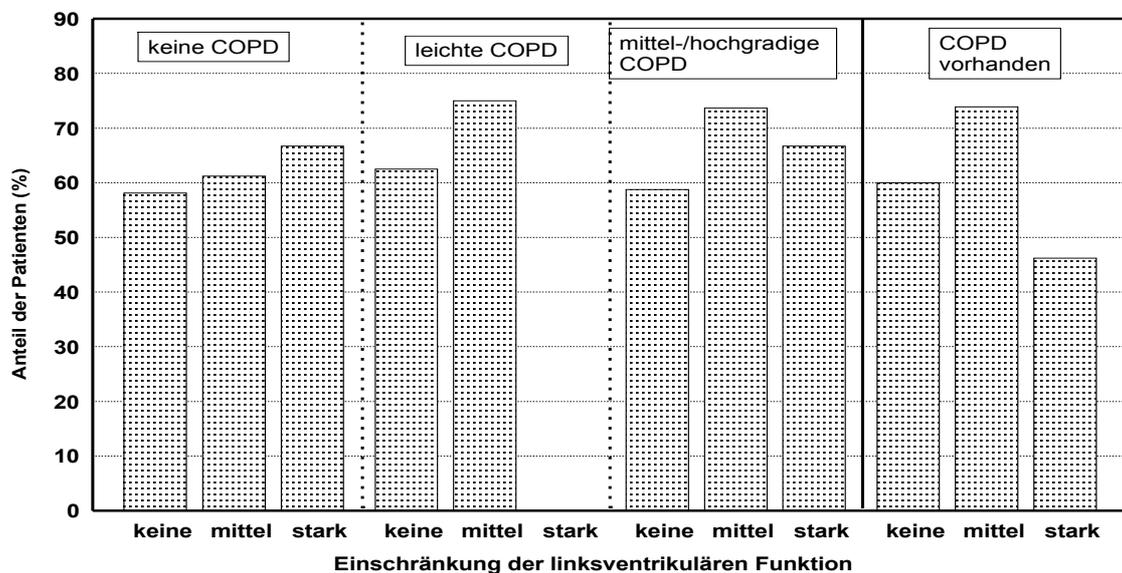


Abbildung 2: Häufigkeit extrapulmonaler Komplikationen bei Patienten mit unterschiedlich starker Einschränkung der linksventrikulären Funktion (%), getrennt für Patienten mit und ohne COPD sowie mit leichtgradiger COPD und mit mittel- oder hochgradiger COPD. Nur bei den Patienten mit leichtgradiger COPD bestand ein tendenzieller Unterschied zwischen den Patienten mit unterschiedlicher linksventrikulärer Funktion (H-Test,  $p < 0,10$ ).

**Tendenzielle** Unterschiede bestanden nur in einem Parameter:

Der **BMI** war bei Patienten mit unterschiedlicher LV-Funktion tendenziell unterschiedlich (normale LV-Funktion  $28,8 \pm 4,8$  / Median  $29,2 \text{ kg/m}^2$ , leicht- oder mittelgradig eingeschränkte LV-Funktion  $28,1 \pm 4,8$  / Median  $28,0 \text{ kg/m}^2$ ,  $EF < 30\%$   $24,8 \pm 3,6$  / Median  $24,6 \text{ kg/m}^2$ ,  $p = 0,062$  im H-Test). Auch der Anteil der Patienten mit einem BMI

über 25 kg/m<sup>2</sup> wies einen tendenziellen Unterschied auf (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,052). Er betrug bei Patienten mit normaler LV-Funktion 82,4%, bei Patienten mit leicht- oder mittelgradig eingeschränkter LV-Funktion 84,2% und bei Patienten mit EF<30% 44,4%.

Im Vergleich der COPD-Patienten der Gesamtgruppe, der *leichtgradigen* und der *mittel- oder hochgradigen COPD*-Patienten zu den Patienten der Kontrollgruppe mit gleicher LV-Funktion bestanden nur in zwei Parametern statistisch **signifikante** Unterschiede:

**Pulmonale Komplikationen** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,048): 54,73% der Patienten mit guter LV-Funktion, aber 88,0% der *mittel- oder hochgradigen COPD*-Patienten mit guter LV-Funktion zeigten postoperativ pulmonale Komplikationen.

**Postoperative transfusionspflichtige Blutung** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,045): 8,33% der Patienten mit hochgradig reduzierter LV-Funktion der Kontrollgruppe und 44,44% der *mittel- oder hochgradigen COPD*-Patienten mit hochgradig reduzierter LV-Funktion zeigten Nachblutungen, die mit Blutprodukten / Gerinnungsfaktoren transfundiert werden mussten.

**Tendenzielle** Unterschiede bestanden nur in einem Parameter:

**Postoperative Pneumonien** (Chi<sup>2</sup>-Test, p = 0,069): In der Kontrollgruppe mit hochgradiger LV-Funktionseinschränkung hatten 16,67% und bei der *mittel- oder hochgradigen COPD* 44,44% der Patienten mit hochgradig reduzierter LV-Funktion eine Pneumonie.

### 3.9. Multivariate Analyse

Die Risikoanalyse erfolgte unter multivariaten Parametern (Geschlecht, Alter, BMI, LV-Funktion, ASA, Diabetes mellitus, kompensierte Niereninsuffizienz, präoperativer Insult/TIA, präoperativer Rhythmus, OP-Art, Dringlichkeit der Operation, ECC- und OP-Dauer) auf die pulmonale und extrapulmonale Morbidität und die Mortalität.

### 3.9.1. Pulmonale Komplikationen und prognostische Parameter

Von den 355 Patienten wiesen 203 postoperativ ein pulmonales Ereignis auf. Die Prävalenz beträgt 57,2%.

Von den 203 Patienten mit pulmonalem Ereignis waren 160 männlich, die Sensitivität beträgt mithin 78,8%. Von den 152 Patienten ohne pulmonales Ereignis waren 36 weiblich, die Spezifität der Prognose aufgrund des Geschlechtes betrug somit nur 23,7%.

Um einen prognostischen Test als geeignet einzustufen, werden in der Regel Werte für Sensitivität *und* Spezifität von über 70% verlangt<sup>[83]</sup>. Dies ist hier nicht der Fall. Daraus resultieren dann auch vergleichsweise niedrige Werte für die prädiktiven Werte von 58% (PWP) und bei Frauen die Rate der Fälle ohne pulmonale Komplikationen bei 45,6% (PWN). Auch diese Werte sind für die zuverlässige Prognose eines Ereignisses aufgrund des Geschlechtes deutlich zu niedrig.

Von den 203 Patienten mit pulmonalem Ereignis waren 146 bis 70 Jahre alt, die Sensitivität beträgt 71,9%. Die 57 Patienten über 70 Jahre zeigten dadurch eine Spezifität von 28,3%. Die Rate pulmonaler Komplikationen liegt für Patienten bis 70 Jahre bei 57,3% (PWP), die Rate der Fälle ohne pulmonale Komplikationen für Patienten älter als 70 Jahre bei 43% (PWN).

Die 140 Patienten mit pulmonalen Komplikationen hatten einen BMI  $> 25 \text{ kg/m}^2$ , die Sensitivität hierfür ist 69%. 53 Patienten ohne pulmonale Komplikation hatten einen BMI  $< 25 \text{ kg/m}^2$ , Spezifität 34,9%. Die Rate pulmonaler Komplikationen für Adipöse liegt bei 58,6% (PWP), der PWN beträgt für schlanke Patienten 45,7%.

Wenn man die LV-Funktion der Patienten in zwei Gruppen (normal / eingeschränkt) zusammenfasst, ergibt sich für 102 Patienten mit POPC und eingeschränkter LV-Funktion eine Sensitivität von 50,2%. Die 72 Patienten mit normaler LV-Funktion und ohne POPC hatten eine Spezifität von 47,4%. Der PWP beträgt 56%, der PWN 41,6%.

Beim Zusammenfassen der ASA-Einteilung in zwei Gruppen (ASA II und III / ASA IV und V), zeigt sich für 186 Patienten mit POPC und ASA II und III eine Sensitivität von 8,4%, und für 12 Patienten ASA IV und V ohne POPC eine Spezifität von 92,1%. Der PWP ist 58,6%, der PWN 42,9%.

Das Vorliegen eines Diabetes mellitus und POPC zeigte sich bei 56 Patienten mit einer Sensitivität von 27,6% und für 88 Patienten mit regulärem Glucosestoffwechsel ohne POPC eine Spezifität von 57,9%. Der PWP beträgt 50,5 %, der PWN 36,1 %.

Eine kompensierte Niereninsuffizienz und POPC traten bei 25 Patienten mit einer Sensitivität von 12,3% auf, reguläre Nierenfunktion und keine POPC hatten 104 Patienten, somit eine Spezifität von 68,4%. Der PWP ist 60,9%, der PWN 33,1%.

Präoperativer Insult und/oder TIA und POPC trat bei 16 Patienten auf, die Sensitivität liegt bei 7,9%. Neurologisch unauffällige Patienten ohne POPC kamen 117 mal vor, mit einer Spezifität von 76,9%. Der PWP ist damit 44,4 %, der PWN 36,7 %.

Der präoperative Rhythmus (SR / Pathologisch) bei POPC ist in 179 ein Sinusrhythmus, Sensitivität = 11,8%, ein pathologischer Rhythmus ohne pulmonale Morbidität hat eine Spezifität von 87,5%. Der PWP ist 55,8%, der PWN 42,6%.

Die Patienten mit LIMA-Graft haben in 194 Fällen postoperative pulmonale Komplikationen, Sensitivität 95,6%. Die Spezifität mit ausschließliche Venengraftversorgung (14 Patienten) liegt bei 9,2%, der PWP ist 58,4%, der PWN 60,9%.

Bei Zusammenlegung der OP-Dringlichkeit in elektive und kombiniert dringliche und Notoperationen zeigt sich bei elektiven Operationen mit POPC (154 Patienten) eine Sensitivität von 24,1%. Die Spezifität der dringlichen und Notoperationen ohne POPC (31) beträgt 79,6%. Der PWP ist 61,3%, der PWN 44,0%.

Bei einer OP-Dauer bis 210 min und POPC zeigt sich für 114 Patienten eine Sensitivität von 43,8%, PWP 61%. Eine längere OP-Dauer als 210 min ohne pulmonale Ereignisse (57 Patienten) hat eine Spezifität von 62,5%, PWN 45,5%.

Patienten mit einer ECC-Dauer bis 120 min und POPC (160 Fälle) zeigen eine Sensitivität von 21,1%, PWP 60,6%, mit einer ECC-Dauer > 120 min und ohne pulmonale Komplikationen (28 Patienten) ergibt sich eine Spezifität von 81,6%, PWN 43,7%. COPD-Patienten mit POPC (160 Patienten) haben eine Sensitivität von 21,2%, PWP 70,5%. Patienten ohne COPD und ohne pulmonale Komplikationen eine Spezifität von 88,2%, PWN 45,6%.

Die folgende Tabelle gibt die Bedeutung der verschiedenen Parameter für die Diskriminierung der Patienten in Fälle mit / ohne pulmonale Komplikationen an. Danach haben COPD und OP-Art die höchste Bedeutung (100 bzw. 69 Punkte), die niedrigste Bedeutung in diesem Zusammenhang weisen Geschlecht, Alter, LV-Funktion und ECC-Dauer auf (unter 10 Punkte).

Rangfolge für Bedeutung Prädiktoren Basierend auf univ. Splits 0=niedrige Bed. / 100=hohe Bedeutung	
Variable	Ränge
GESCHLECHT	8
ALTER70	0
BMI25	16
LVFUNKTI	4
ASA	34
DIAB MELL	27
NEPHRO	40
NEURO	15
RHPR_KAT	12
OP_ART	100
DRING	37
ECC120	5
OP210	40
COPD	69

Die folgende Abbildung zeigt, wie die Diskriminierung der Fälle aufgrund der Berechnungen erfolgt. Danach werden die 355 Fälle zunächst nach COPD ja (n = 61) und COPD nein (n = 294) geteilt. COPD-ja-Fälle werden sofort der Kategorie pulmonale Komplikation ja zugeordnet. Die COPD-nein-Fälle werden noch einmal unterteilt nach Art der Operation (LIMA: pulmonale Komplikation ja; VENEN: pulmonale Komplikation nein).

Auf diese Weise werden 197 der 203 Fälle mit pulmonaler Komplikation korrekt zugeordnet (Sensitivität = 97%). Allerdings werden nur 13 der 152 Fälle ohne Komplikationen korrekt erkannt (Spezifität: 8,6%).

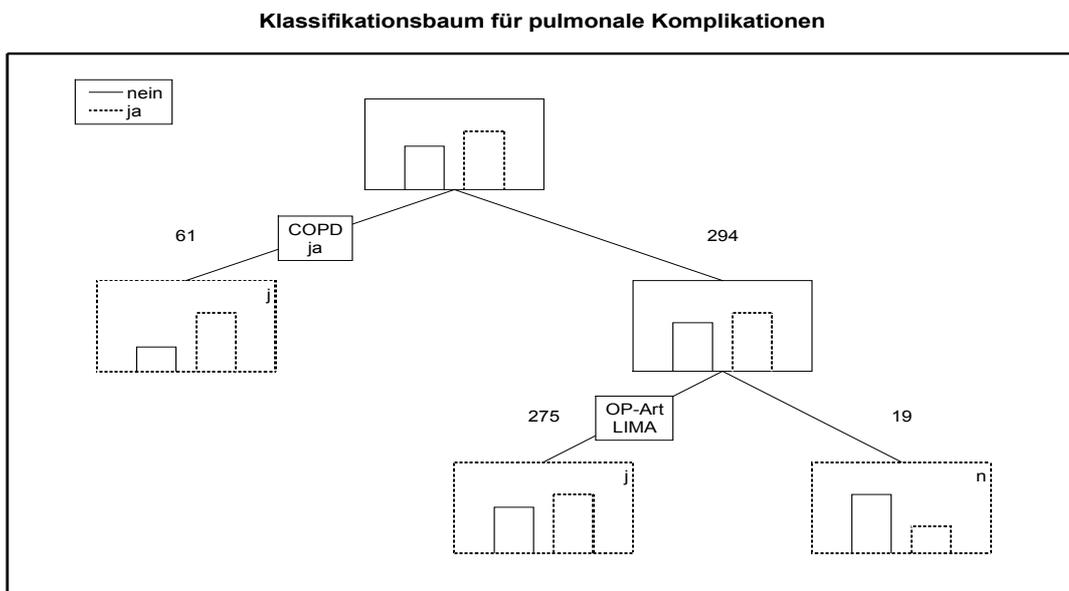


Abbildung 3: Klassifikationsbaum zur Prognose einer pulmonalen postoperativen Komplikation

### 3.9.2. Extrapulmonale Morbidität und prognostische Parameter

Von den 355 Patienten wiesen 216 postoperativ eine extrapulmonale Komplikation auf. Die Prävalenz beträgt 60,8%.

Von den 216 Patienten waren 159 Männer, die Sensitivität liegt bei 26,4%, PWP 72,2%. Die Spezifität für weibliche Patienten ohne extrapulmonale Ereignisse liegt bei 84,2%, PWN 42,4%.

149 Patienten bis 70 Jahre hatten extrapulmonale Komplikationen, Sensitivität 31%, PWP 67%. 33 Patienten älter als 70 Jahre ohne extrapulmonale Morbidität hatten eine Spezifität von 76,3%, PWN 41,6%.

154 Patienten mit einem BMI > 25 kg/m<sup>2</sup> und extrapulmonalen Komplikationen zeigten eine Sensitivität von 71,3%, PWP 64,4%. Die schlankeren Patienten hatten eine Spezifität von 38,8%, PWN 46,4%. Bei Patienten mit eingeschränkter LV-Funktion und extrapulmonalen Ereignissen (115) ergab sich eine Sensitivität von 53,2%, PWP 63,2%. Patienten mit normaler LV-Funktion ohne Komplikationen hatten eine Spezifität von 51,8%, PWN 41,6%.

Das Vorliegen eines Diabetes mellitus und extrapulmonale Komplikationen zeigte sich bei 58 Patienten mit einer Sensitivität von 26,8% und für 97 nicht diabetische Patienten ohne extra-POPC eine Spezifität von 69,8%. Der PWP beträgt 52,3%, der PWN 39,8%.

Eine kompensierte Niereninsuffizienz und extrapulmonale Komplikationen treten bei 22 Patienten mit einer Sensitivität von 10,2% auf, reguläre Nierenretentionswerte und keine extra-POPC hatten 105 Patienten, somit eine Spezifität von 75,5%. Der PWP ist 53,7%, der PWN 33,4%.

Cerebrovaskuläre Begleiterkrankung und extrapulmonale Komplikationen traten bei 26 Patienten auf, die Sensitivität liegt bei 12,3%. Neurologisch unauffällige Patienten ohne extra-POPC kamen 120mal vor, mit einer Spezifität von 86,3%. Der PWP ist damit 72,2%, der PWN 37,6%.

Beim Zusammenfassen der ASA-Einteilung in zwei Gruppen (ASA II und III / ASA IV und V), zeigt sich für 195 Patienten mit extra-POPC und ASA II und III eine Sensitivität von 9,7%, und für 8 Patienten ASA IV und V ohne extra-POPC eine Spezifität von 94,2%. Der PWP ist 72,4%, der PWN 40,2%. 185 Patienten mit Sinusrhythmus hatten extrapulmonale Ereignisse, Sensitivität 14,4%, PWP 72,1%. Die 12 Patienten mit pathologischem Herzrhythmus ohne Ereignisse zeigten eine Spezifität von 91,4%, PWN

40,7%. Die Patienten mit LIMA-Graft haben in 200 Fällen postoperative extrapulmonale Komplikationen, Sensitivität 7,4%. Die Spezifität mit ausschließliche Venengraftversorgung (7 Patienten) liegt bei 95%, der PWP ist 69,6%, der PWN 39,8%. Bei Zusammenlegung der OP-Dringlichkeit in elektive und kombiniert dringliche und Notoperationen zeigt sich bei elektiven Operationen mit extra-POPC (165 Patienten) eine Sensitivität von 23,6%. Die Spezifität der dringlichen und Notoperationen ohne extra-POPC (29) beträgt 79,1%. Der PWP ist 63,8%, der PWN 40,0%.

Bei einer OP-Dauer bis 210 min und extra-POPC zeigt sich für 120 Patienten eine Sensitivität von 44,4%, PWP 65,8%. Eine längere OP-Dauer als 210 min ohne extrapulmonale Ereignisse (50 Patienten) hat eine Spezifität von 64%, PWN 42,6%. Patienten mit einer ECC-Dauer bis 120 min und extra-POPC (170 Fälle) zeigen eine Sensitivität von 21,3%, PWP 64,8%, mit einer ECC-Dauer > 120 min und ohne extrapulmonale Komplikationen (25 Patienten) ergibt sich eine Spezifität von 82%, PWN 40,1%. Die 178 Patienten mit COPD und extrapulmonalen Ereignissen zeigen eine Sensitivität von 17,6% und ein PWP von 62,3%. Die 23 Patienten ohne COPD und ohne extrapulmonale Komplikationen haben eine Spezifität von 83,5% und ein PWN von 39,5%.

Die folgende Tabelle gibt die Bedeutung der verschiedenen Parameter für die Diskriminierung der Patienten in Fälle mit / ohne extrapulmonale Komplikationen an. Danach haben BMI und Geschlecht die höchste Bedeutung (100 bzw. 67 Punkte), die niedrigste Bedeutung in diesem Zusammenhang weisen ECC-Dauer, OP-Art und COPD auf (unter 15 Punkte).

Rangfolge für Bedeutung Prädiktoren Basierend auf univ. Splits 0=niedrige Bed.; 100=hohe Bedeutung	
Variable	Ränge
GESLECHT	67
ALTER70	34
BMI25	100
LVFUNKTI	28
ASA	63
DIAB MELL	26
NEPHRO	51
NEURO	60
RHRP_KAT	37
OP_ART	10
DRING	61
ECC120	11
OP210	44
COPD	3

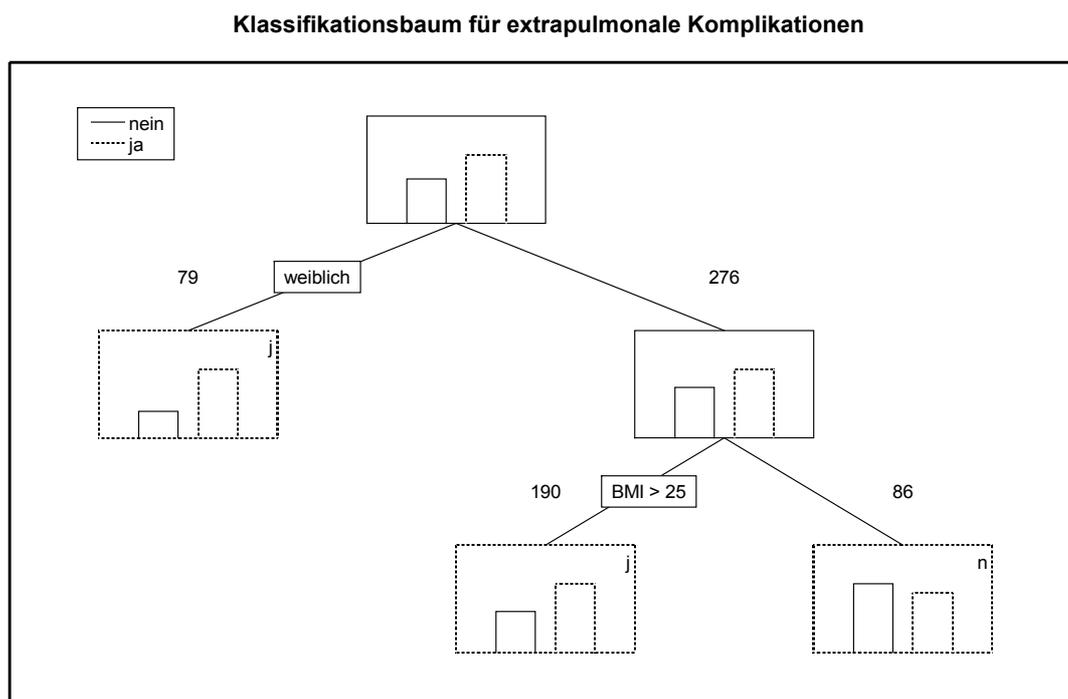


Abbildung 4: Klassifikationsbaum zur Prognose einer extrapulmonalen postoperativen Komplikation

### 3.9.3. Mortalität und prognostische Parameter

Von den 355 Patienten verstarben 16 postoperativ, die Prävalenz beträgt 4,5%.

13 dieser Patienten waren Männer, Sensitivität 81,3%, PWP 4,7%. Die Spezifität für die 76 Patientinnen beträgt 22,4%, PWN 96,2%. 11 der verstorbenen Patienten waren jünger als 70 Jahre, Sensitivität 31,3%, PWP 5%. Die Spezifität für die 95 Patienten > 70 Jahre liegt bei 72,%, PWN 95,7%.

9 verblichene Patienten hatten einen BMI > 25 kg/m<sup>2</sup>, Sensitivität 56,3%, PWP 3,8%, die schlankeren 230 Patienten zeigten eine Spezifität von 32,2%, PWN 94%. Mortalität und reduzierte LV-Funktion ergab in 11 Fällen eine Sensitivität von 68,8%, PWP 6%. Die Spezifität der normalen LV-Funktion (171) ist 49,6%, PWN 97,1%.

Bei der Zusammenlegung der ASA-Kriterien IV und V sowie der Mortalität (10 Patienten) ist die Sensitivität 62,5%, der PWP 34,5%. Die Spezifität der ASA II und III Gruppe (19 Patienten) ist 94,4%, der PWN 98,2%.

Es starben 3 Patienten mit einem Diabetes mellitus, Sensitivität 18,8%, PWP 2,7%. 5 Patienten mit einer bekannten Nierenfunktionsstörung verstarben während des Aufenthaltes, Sensitivität 31,5%, PWP 12,2%. 9 Patienten mit einer anamnestisch bekannten cerebralen Durchblutungsstörung hatten einen Ausgang mit Todesfolge, Sensitivität 56,3%, PWP 25%. Die Spezifität für die Patienten ohne neurologische präoperative Defizite beträgt 92%, PWP 94,1%.

Der präoperative Sinusrhythmus bei den 13 Verstorbenen zeigt eine Sensitivität von 18,8% mit einem PWP von 7%. Der pathologische Rhythmus bei 40 Patienten hat eine Spezifität von 88,2%, PWN 95,8%.

Es resultiert aus 13 verstorbenen Patienten mit IMA-Graft eine Sensitivität von 18,8%, der PWP ist 13%. Die 20 mit Venengrafts versorgten Patienten haben eine Spezifität von 94,1% und ein PWN von 96,1%. Die dringliche und notfallmäßige Operation bei den 9 verstorbenen Patienten hat eine Sensitivität von 56,3%, PWP 11,3%. Die Spezifität der elektiven 268 Operationen ist 79,1%, PWN 97,5%.

Die längere OP-Dauer als 210 min bei den 10 Verstorbenen ergibt eine Sensitivität von 62,5%, PWP 6,8%. Die Op-Dauer unter 210 min bei 203 Patienten zeigt eine Spezifität von 59,9%, der PWN ist 97,1%. Die längere ECC-Dauer > 120 min bei 9 verstorbenen Patienten zeigt eine Sensitivität von 56,3%, PWP 12,7%, die ECC-Zeit < 120 min bei 277 Patienten eine Spezifität von 81,7%, PWN 97,5%.

13 Todesfälle ohne diagnostizierte COPD bedingen eine Sensitivität von 18,8%, der PWP ist 4,9%. Die COPD-Patienten haben eine Spezifität von 82,9% und ein PWN von 95,6%.

Die folgende Tabelle gibt die Bedeutung der verschiedenen Parameter für die Diskriminierung der Patienten in der Mortalität ja / nein an. Danach haben ASA > III, cerebrovaskuläre Begleiterkrankung und Dringlichkeit der OP die höchste Bedeutung (100 bzw. 48 und 44 Punkte), die niedrigste Bedeutung in diesem Zusammenhang weisen präoperativer Rhythmus, COPD und das Alter auf (unter 10 Punkte).

Rangfolge für Bedeutung Prädiktoren Basierend auf univ. Spalts 0=niedrige Bed. / 100=hohe Bedeutung	
Variable	Ränge
GESCHLECHT	8
ALTER/0	0

BMI25	2
LVPUNKTI	12
ASA	100
DIAB	0
NEPHRO	1
NEURO	48
RHRP_KAT	3
OP_ART	7
DRING	44
ECC120	29
OP210	10
COPD	3

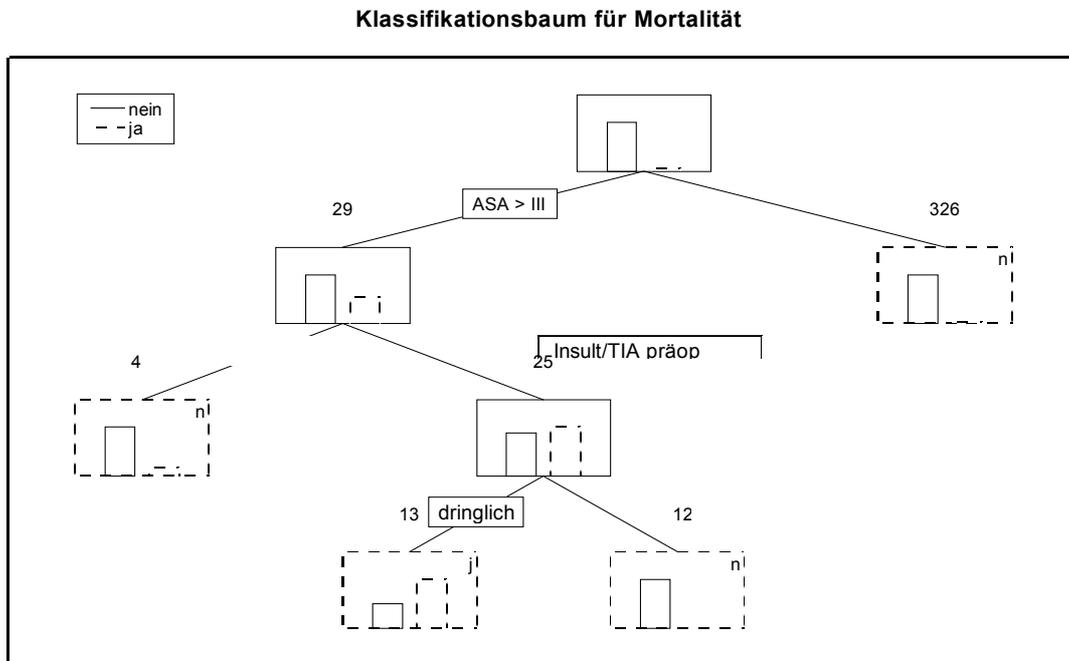


Abbildung 5: Klassifikationsbaum zur Prognose der Mortalität

### 3.9.4. Fazit der univariaten und multivariaten Analyse

Keiner der untersuchten Parameter ist geeignet, trennscharf zwischen Patienten mit / ohne pulmonaler oder extrapulmonaler Komplikation bzw. Tod zu diskriminieren. Weder in der univariaten noch mit Hilfe der multivariaten Analyse werden die für einen prognostischen Test allgemein akzeptierten Mindestwerte der Sensitivität und Spezifität von 0,7 erreicht.

Am zuverlässigsten ist die Prognose des Todes des Patienten mit Hilfe der Parameter ASA, cerebrovaskuläre Begleiterkrankung und Dringlichkeit der OP sowie ECC-Dauer bzw. die multivariate Analyse mit Hilfe eines Klassifikationsbaumes mit den Parametern ASA, cerebrovaskuläre Begleiterkrankung und Dringlichkeit (Sensitivität: 50%, Spezifität: 99%).

## 4. Diskussion

### 4.1. Bedeutung der eigenen Ergebnisse

Es zeigten sich signifikante Unterschiede in der Morbidität zwischen den COPD-Patienten und der Kontrollgruppe. Dieses trat insbesondere bei den pulmonalen Komplikationen auf. Hier hatten 70,5% der COPD-Patienten POPC gegenüber 54,4% ( $p = 0,021$ ) in der Kontrollgruppe. Es gab bei der COPD-Gruppe mehr postoperative Bronchopneumonien (21,3% vs. 6,5%,  $p = 0,00023$ ) und ein gehäuftes Auftreten von respiratorischer Insuffizienz mit ARDS oder Reintubationen (14,8% vs. 2,7%,  $p = 0,00001$ ). In der *Gesamt-COPD*-Gruppe traten postoperativ gehäuft transfusionsbedürftige Nachblutungen auf (27,9% vs. 13,3%,  $p = 0,0044$ ). Die ECC-Zeit der COPD-Patienten war im Vergleich zur Kontrollgruppe länger. In der Gruppe der *leichtgradigen* COPD zeigten sich ebenfalls mehr postoperative Atemstörungen (12,6% vs. 4,1%,  $p = 0,00023$ ) und ein vermehrtes Auftreten von transfusionspflichtigen Nachblutungen (31,3% vs. 13,3%,  $p = 0,045$ ). Bei *mittel- oder hochgradiger COPD* ergab sich ein signifikant erhöhter Anteil von bereits präoperativ bestehenden Rhythmusstörungen (20% vs. 5,85%,  $p = 0,02$ ) und ein verlängerter postoperativer Aufenthalt ( $12,6^+ - 13,6$  Tage vs.  $9,6^+ - 4,3$  Tage,  $p = 0,0043$ ). Ebenso waren die pulmonalen Komplikationen gehäuft (82,2% vs. 54,4%,  $p = 0,00043$ ), insbesondere das Auftreten von Atelektasen (24,4% vs. 11,2%,  $p = 0,014$ ), Bronchopneumonien (26,7% vs. 6,5%,  $p = 0,00001$ ) und postoperativen Atemstörungen (22,2% vs. 4,1%,  $p = 0,0001$ ). Auch in dieser Gruppe traten vermehrt transfusionsbedürftige Nachblutungen auf (26,7% vs. 13,3%,  $p = 0,019$ ).

Tendenzielle Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe und den COPD-Patienten bestanden bei folgenden Parametern: Die *Gesamt-COPD*-Gruppe hatte längere gesamtstationäre Aufenthalte, vermehrt präoperative Herzrhythmusstörungen und postoperative Atelektasen. Es gab mehr Patienten mit COPD und cerebrovaskulärer Begleiterkrankung. Die Patienten mit *leichtgradiger COPD* zeigten häufiger eine ECC-Dauer über 120 Minuten.

Patienten mit einer *mittel- oder hochgradigen COPD* waren tendenziell älter als die Kontrollgruppe, die postoperative Beatmungsdauer war im Mittel länger, ebenso die

Dauer des Aufenthaltes auf der ICU. Ein postoperativer Pneumothorax trat häufiger als bei der Kontrollgruppe auf.

Die Untersuchung der Begleiterkrankungen Diabetes mellitus, Nephropathie und cerebrale Durchblutungsstörungen ergab im Vergleich zur jeweilig organgesunden Kontrollgruppe in folgenden Punkten signifikante Unterschiede:

Patienten mit einem Diabetes mellitus hatten signifikant vermehrt postoperative Bronchopneumonien (19,8%,  $p = 0,0023$ ). Sie liegen mit dieser Häufung knapp unter der COPD-Gruppe. Die Kombination von Diabetes mellitus und COPD in bezug auf die Bronchopneumonien ergibt eine Häufung von 60%, allerdings ist die Patientenzahl sehr gering und damit statistisch nur bedingt aussagefähig.

Patienten, die eine cerebrovaskuläre Begleiterkrankung hatten, zeigten eine signifikant erhöhte extracardiale Mortalität (8,3%,  $p = 0,0032$ ) in der Gesamtgruppe. Bei den Patienten mit COPD hatten alle extracardial verstorbenen Patienten auch einen präoperativen Insult/TIA (18,2%,  $p = 0,00001$ ) erlitten. Hier liegt aber ebenfalls ein nur sehr kleines Ereigniskollektiv mit eingeschränkter statistischer Aussagekraft vor.

Tendenzielle Unterschiede zeigten die Patienten mit cerebraler Durchblutungsstörung in der längeren postoperativen Liegezeit im Vergleich zur neurologisch unbeeinträchtigten Kontrollgruppe.

Patienten mit einer Nephropathie als Begleiterkrankung zeigten auch tendenziell längere postoperative Aufenthalte auf der Intensivstation als die Patienten mit normalen Retentionsparametern.

Sternale Wundheilungsstörungen waren tendenziell häufiger bei den Diabetikern als bei der nichtdiabetischen Kontrollgruppe.

Betrachtet man die linksventrikuläre Funktion der Patienten, so zeigen sich auch hier signifikante Unterschiede der einzelnen Kollektive.

In der Gesamt- und Kontrollgruppe zeigten sich für Patienten mit hochgradig reduzierter LV-Funktion eine längere ECC-Dauer ( $p = 0,0005$ ), längere postoperative Beatmungsdauer ( $p = 0,046$ ), höchster Anteil der Notoperationen ( $p = 0,02$ ), häufiger präoperativ bereits bestehende Herzrhythmusstörungen ( $p = 0,029$ ) und postoperativ vermehrt Rhythmusereignisse ( $p = 0,023$ ). Es ergaben sich außerdem vermehrte

Blutungen mit Rethorakotomien ( $p = 0,015$ ), mehr Pneumonien ( $p = 0,012$ ) und eine erhöhte Mortalität ( $p = 0,012$ ), insbesondere cardial bedingt ( $p = 0,016$ ).

Tendenzielle Unterschiede waren bei der Geschlechterverteilung zu beobachten, so hatten Frauen häufiger eine reguläre LV-Funktion als Männer. Der Aufenthalt auf der Intensivstation postoperativ war bei den Patienten mit reduzierter LV-Funktion länger als bei Patienten mit normaler linksventrikulärer Funktion. Eine Mediastinitis, insgesamt selten, trat bei Patienten mit hochgradig reduzierter LV-Funktion vermehrt auf.

Die Unterteilung der *COPD-Patienten* in die LV-Gruppierungen brachte bei sehr geringer Gruppengröße kaum relevanten Ergebnisse, es bestätigten sich die signifikant vermehrten pulmonalen Ereignisse bei guter LV-Funktion und *mittel- oder hochgradiger COPD* im Vergleich zur Kontrollgruppe, ebenso die vermehrten signifikanten transfusionspflichtigen Nachblutungen bei hochgradig reduzierter LV-Funktion und *mittel- oder hochgradiger COPD* im Vergleich zur Kontrollgruppe mit ebenfalls hochgradiger LV-Funktionsstörung. Tendenziell hatten Patienten mit *mittel- oder hochgradiger COPD* und hochgradig reduzierter LV-Funktion postoperativ mehr Pneumonien als die Kontrollgruppe mit hochgradig reduzierter LV-Funktion.

## 4.2. Diskussion der Fehlermöglichkeiten

Es wurden 355 Patienten nach CABG untersucht, mit der Unterteilung in die verschiedenen Schweregrade der COPD, der Begleiterkrankungen und der linksventrikulären Funktion liegen insgesamt heterogene Untersuchungsgruppen vor, die eine valide statistische Aussage durch die sehr unterschiedliche untersuchte Stichprobengröße und das einzelne Aufführen der pulmonalen Komplikationen erschweren. Die Stichprobengröße geht aber in die Berechnung des Signifikanzniveaus ein, so dass gleich große Unterschiede in den Messwerten in einer großen Stichprobe als statistisch signifikant beurteilt werden, in einer kleineren Stichprobe dagegen nicht. Außerdem ist die Wahrscheinlichkeit, dass statistisch signifikante Unterschiede „zufällig“ auftreten, in kleineren Stichproben erhöht.

Einige Patienten mit anamnestisch vorliegender COPD mussten zusätzlich wegen fehlender präoperativer Lungenfunktionsdiagnostik aus dem Studienrahmen entfallen. Des Weiteren kann bei weitverbreitetem, langjährigem Nikotinabusus auch schon eine

obstruktive Atemwegserkrankung vorliegen, allerdings ohne Diagnosestellung einer COPD. Da nicht jeder Patient mit einer bronchialen Obstruktion einer weiteren Diagnostik zugeführt wird, kann nicht sicher ausgeschlossen werden, dass in der Kontrollgruppe auch Patienten mit einer bislang nicht diagnostizierten oder klinisch relevanten obstruktiven Atemwegserkrankung vorkommen. Reintubationen werden in dieser Studie als pulmonale Komplikation geführt, allerdings werden auch hämodynamisch instabile Patienten, die primär pulmonal unbeeinträchtigt sind, aber reintubiert werden mussten, hier in das Ereigniskollektiv mitaufgenommen. Daher liegt die Anzahl der aus rein respiratorischen Gründen reintubierten Patienten circa um die Hälfte niedriger.

Die Wahl des ASA Physical Scores eignet sich nicht als präoperatives Risiko-Assessment bei COPD-Patienten vor CABG, fast alle Patienten inklusive der Kontrollgruppe lagen in der ASA Gruppe III, also Patienten mit einer schweren Systemerkrankung und Leistungsminderung. Zur optimierten Risikoabschätzung dienen heute Scores, die speziell für cardiochirurgische Patienten entwickelt wurden, wie z.B. CARE, Parsonnet Klassifikation, Higgins und French Score und Tuman Index. [9,23,37,38] Aufgrund der retrospektiv erhobenen Patientendaten konnte nur auf die vorliegenden ASA-Beurteilung durch den Anästhesisten zurückgegriffen werden. Für die umfassende retrospektive Verwendung der o.g. Scores auf alle Patienten ergaben sich in den Akten zum Teil zu große Datenlücken.

### 4.3. Problematik des Resultatvergleichs

Die Einteilung der Patienten in die COPD-Gruppe erfolgte nach der Diagnose COPD und dem Befund der Lungenfunktionsdiagnostik. Grundsätzlich kann diese nicht den Nachweis einer speziellen Atemwegserkrankung bringen, sondern ihre Aufgabe liegt darin, Informationen zu liefern, die in Zusammenhang mit der Anamnese, Klinik Röntgendiagnostik und Laboruntersuchungen zu einer Diagnose führen. Es gibt unterschiedliche Kriterien für die Einteilung in eine obstruktive Atemwegserkrankung. So gilt nach den Kriterien der European Respiratory Society (ERS) von 1995 ein  $FEV_1/VC$ -ratio  $< 88\%$  als pulmonale Obstruktion, die American Thoracic Society (ATS) von 1986 wählt einen  $FEV_1/VC$ -ratio  $< 75\%$  und die Europäische Gesellschaft für Kohle und Stahl die  $FEV_1/VC$  ratio  $< 70\%$ . Die Schweregrade der Obstruktion

variieren auch, <sup>[82,85]</sup> so gilt bei der EGKS eine leichte Obstruktion als VC und FEV<sub>1</sub> jeweils 85-71% (ATS FEV<sub>1</sub> >50%), mittlere Obstruktion mit VC und FEV<sub>1</sub> 70-41% (ATS FEV<sub>1</sub> 35-49%) und schwere Obstruktion mit VC und FEV<sub>1</sub> 10-40% (ATS FEV<sub>1</sub> <35%).

Es zeigt sich, dass es offensichtlich kein einheitliches und zugleich leichtes Schema zur Einstufung des Schweregrades einer Funktionsstörung geben kann, weshalb auch je nach angewandten Kriterien ein unterschiedliches Patientenkollektiv in Studien entsteht und die Vergleichbarkeit der Ergebnisse miteinander erschwert. Häufig weicht die Vitalkapazität nur geringfügig von der Norm ab, wohingegen absolute und relative Einsekundenkapazität mittelgradig bis schwere Abweichungen zeigen. Zeigen Vitalkapazität und Einsekundenkapazität beide eine Minderung, spricht man von kombinierter obstruktiv-restriktiver Ventilationsstörung. Korrekt ist, dass dann die genannten Meßgrößen eine Differenzierung nicht mehr erlauben. Statistisch überwiegen die obstruktiven Ventilationsstörungen, bei denen die Vitalkapazität durch ein extrem angewachsenes Residualvolumen im Sinne einer Lungenüberblähung reduziert ist.

COPD wird in der Regel als wichtiger Risikofaktor für POPC gesehen.<sup>[12,13,14,15,16]</sup>

In Studien über dieses Thema gibt es einige Punkte, die man berücksichtigen muss, da viele Resultate nicht ohne weiteres vergleichen können. Generell besteht ein deutlicher Unterschied zwischen POPC bei Lungengesunden und COPD-Patienten nach thorakalen und abdominellen Eingriffen als bei anderen operativen Vorgehensweisen.<sup>[22]</sup> Auch muss man die thorakalen Eingriffe differenzieren, so können Lungenresektionsverfahren nicht mit ACB-Operationen gleichgestellt werden. Einige Studien geben zusätzlich keine Definition für die Einteilung in die Gruppe der COPD- bzw. Kontrollpatienten an. Es erfolgt selten eine Unterteilung der COPD in klinische Schweregrade, so dass eine sehr inhomogene Patientengruppe vorliegt. Bei schwerer COPD liegen in den meisten Studien nur relativ kleine Fallzahlen vor.<sup>[86,87,88]</sup>

Die angegebenen pulmonalen Komplikationen unterscheiden sich sehr, manche Studien erheben eher geringere, selbstlimitierende Beschwerden wie Husten oder Bronchospasmus, welches schon bei den obstruktiven Atemwegserkrankungen zur Symptom-Trias gehört, lassen aber z.B. Pneumonie und respiratorische Insuffizienz

außer Betracht. Eine generelle Standardisierung zum Vergleich dieser Beschwerden erfolgt selten. Die POPC werden unterschiedlich aufgeführt, manche Autoren definieren diese als Atelektasen und Pneumonie,<sup>[89]</sup> andere fügen all dieses in eine statistische Ereignis-Gruppe zusammen. Auch werden Pleuraergüsse, Lungenembolie,<sup>[90]</sup> Husten<sup>[18,22]</sup> und Aspirationspneumonie<sup>[91]</sup> mit als POPC gewertet. So kommt es vor, dass unterschiedliche Komplikationen, die auch in klinischen Relevanz differieren, statistisch gleichgestellt werden.

Eine weitere Schwierigkeit ist die nötige Stichprobengröße zur Datenanalyse. Wenn man die POPC einzeln aufführt, benötigt man zur Analyse der Risikofaktoren deutlich größere Mengen als bei einer Gesamtereignismenge POPC.<sup>[92]</sup>

Um generelle Risikofaktoren für ACB-Patienten in den Studien zu ermitteln und zu vergleichen, muss man den Wandel der Koronarchirurgie in den letzten dreißig Jahren berücksichtigen. So stammen einige Studien aus den siebziger Jahren, eine Vergleichbarkeit dieser mit neueren Untersuchungen ist nicht ohne weiteres möglich, da sich nicht nur operative Vorgehensweisen, sondern auch das Patientengut geändert hat. Das durchschnittliche Lebensalter sowie die Komorbidität der Patienten heutiger Studien ist gestiegen, wobei postoperative intensivmedizinische Verweil- und Beatmungsdauer verkürzt wurden<sup>[8,63,94]</sup>.

#### 4.4. Diskussion im Zusammenhang der Literatur

Der postulierte Risikofaktor chronisch obstruktive Atemwegserkrankung für postoperative Morbidität (teilweise mit 50-73% beschrieben) nach aorto-coronarer Bypassoperation<sup>[8,33]</sup> lässt sich in dieser Studie bestätigen, allerdings vorwiegend für pulmonale Morbidität.

Ein gehäuftes Auftreten von postoperativen **pulmonalen Komplikationen** für die Gesamt-, leicht-, mittel- oder hochgradige COPD-Patientengruppe wie hier nachgewiesen, findet sich auch in der Literatur<sup>[22,23,51]</sup>. Allerdings schwanken dort die Angaben zu den Komplikationen, zum Beispiel liegt die Inzidenz von Atelektasen bei COPD-Patienten nach ACB-Operationen bei 58%<sup>[23]</sup> (hier 19,7%, in der mittel- oder hochgradigen COPD-Gruppe 24,4%) andere Studien weisen eine postoperative pulmonale Komplikationsrate von 12% nach.<sup>[8]</sup>

Postoperative **Pneumonien** treten nach ACB-Operationen bei lungengesunden Patienten mit einer Inzidenz von 4% (hier 6,5%) auf, meist handelt es sich um Infektionen mit gram-negativen Erregern, die Mortalität dieser Pneumonien liegt bei 26,6% <sup>[52]</sup>. Die Mortalität für Patienten mit COPD und Pneumonie nach aortocoronarem Bypass wird in einer weiteren Studie mit 11% angegeben. <sup>[8]</sup> Der Anteil von 21,3% Pneumonien bei COPD-Patienten liegt im mittleren Bereich anderer Studien. <sup>[9,23,52]</sup>

Eine Häufung von postoperativen Bronchopneumonien nach ACB-Operationen bei Diabetikern wird kontrovers diskutiert, im allgemeinen hat sich Diabetes mellitus in größeren Studien dafür nicht als unabhängiger Risikofaktor nachweisen lassen <sup>[7,17,26,52]</sup>. Die in diesen Studien beschriebene Inzidenz für postoperative Bronchopneumonien nach ACB-Operationen liegt deutlich unterhalb der hier erhobenen 19,8% der Diabetiker.

COPD als unabhängiger Risikofaktor für ein postoperatives ARDS <sup>[93]</sup> ließ sich hier bestätigen, aber die Inzidenz eines ARDS (1,4%) lag niedriger als 2,5% (mit Mortalitätsrate von 27,7%) nach ACB-Operationen. <sup>[93]</sup>

Die **extrapulmonale Morbidität** für COPD-Patienten wird meist durch **Rhythmusstörungen** (31-73%) verursacht <sup>[8,23,51]</sup>, überwiegend supraventrikuläre Tachykardien bei Vorhofflimmern. In den hier untersuchten Daten fand sich für COPD Patienten eine Häufigkeit von 41,1% für postoperative Rhythmusstörungen (Kontrollgruppe 29%) allerdings hatten bereits 13,2% der COPD-Patienten präoperativ Vorhofflimmern. Allgemein treten atriale Arrhythmien bei ca. 30% der ACB-Operierten <sup>[53,55]</sup> postoperativ auf, männliches Geschlecht, höheres Lebensalter, postoperative pulmonale Infekte, COPD, verlängerte Aortenabklemmzeit und eine Beatmungszeit von mehr als 24 Stunden gelten hierfür als Risikofaktoren. <sup>[53,54,55]</sup> Atriale Arrhythmien führen zu verlängerten Krankenhausaufenthalten durch längeren ICU- und peripheren Aufenthalt. <sup>[53,55]</sup> Ihre hämodynamische Relevanz mit fakultativ low-output Syndrom ist durch die Dauer der atrialen Arrhythmien und die linksventrikuläre Funktion bedingt und ein Faktor für erhöhte Mortalität. <sup>[62]</sup> Sie sind assoziiert mit vermehrten postoperativen Schlaganfällen. <sup>[54,105]</sup>

Die in dieser Studie signifikant vermehrten **postoperativen Nachblutungen** (ohne Notwendigkeit einer Rethorakotomie) bei COPD-Patienten könnte mit der auch signifikant längeren ECC-Zeit der COPD-Patienten begründet sein.

So ist zwar keine Korrelation zwischen Bypass-Dauer und pulmonaler Dysfunktion nachgewiesen, <sup>[36]</sup> aber zwischen längerer ECC-Dauer und vermehrten Nachblutungen <sup>[94]</sup> und erhöhter Mortalitätswahrscheinlichkeit. <sup>[21]</sup>

Inwieweit eine COPD nach ACB-Operationen zu **verlängerten Aufenthalten** (auf der ICU <sup>[107,108]</sup> oder insgesamt) führt, ist umstritten. <sup>[8,22,23,51]</sup> Der in dieser Studie nachgewiesene längere ICU- und gesamtstationäre Aufenthalt für Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD bestätigt sich auch in anderen Untersuchungen <sup>[8,51]</sup>, die mittlere Liegedauer von 12,6 Tagen entspricht der Literaturangabe von 12 Tagen. <sup>[8]</sup>

Auch die tendenziell verlängerten Liegezeiten für Patienten mit Nephropathie und cerebrovaskulärer Begleiterkrankung bestätigen sich als signifikante Ergebnisse in der Literatur <sup>[26,68]</sup>.

Eine erhöhte **Mortalität** (variiert von 1-5% bis 7%) der COPD-Patienten <sup>[8,18,23, 32]</sup> in der Früh- oder Spätphase nach aortocoronarem Bypass aufgrund von Arrhythmien oder pulmonaler Komplikationen <sup>[51]</sup> ließ sich hier nicht aufzeigen. Eine cerebrovaskuläre Begleiterkrankung war hier signifikant verknüpft mit extracardialer Mortalität. In der Literatur bestätigt sich dieses Ergebnis <sup>[21,26,32,105,106]</sup>, auch liegt der prozentuale Anteil dieser Patienten an der Mortalität ähnlich hoch (7,8-9%).

Die hochgradig eingeschränkte linksventrikuläre Funktion in der Kontroll- wie auch der COPD-Gruppe war ebenfalls signifikant verbunden mit einer erhöhten Mortalität, cardial und extracardial. Auch unter Berücksichtigung des Schweregrades der COPD in Kombination mit der hochgradig reduzierten cardialen Pumpfunktion zeigten sich keine Mortalitätsraten von 50%, wie in der Literatur geschildert, allerdings kann man eine identische Mortalitätsrate von Patienten mit leichter bis mittlerer COPD zum ACB-Kontrollkollektiv beobachten. <sup>[8]</sup>

Das tendenziell höhere **Alter** bei den mittel- oder hochgradigen COPD-Patienten in dieser Studie kann vielleicht auch mit einer in der Literatur bei älteren ACB-Patienten nachgewiesene vermehrte Morbidität <sup>[29,33]</sup> korrelieren: so haben ältere Patienten eine höhere Inzidenz an cerebralen Ereignissen nach ACB-Operationen, werden später extubiert <sup>[95,96]</sup> und haben gehäuft atriale Rhythmusstörungen. <sup>[61,95]</sup> Die Patienten im höheren Lebensalter weisen auch längere Krankenhausaufenthalt nach ACB-Operationen auf. <sup>[97]</sup> Für ältere Patienten zeigen sich auch vermehrte pulmonale

Komplikationen,<sup>[98]</sup> eine erhöhte Mortalität hingegen wird kontrovers diskutiert [21,32,34,95].

Die in dieser Studie ebenfalls tendenziell längeren **Beatmungszeiten** bei mittel- oder hochgradiger COPD sind auch in weiteren Studien nachgewiesen, diese sind kombiniert mit erhöhter Morbidität und Mortalität, längerer ECC-Zeit, längerem ICU- und gesamtem Krankenhausaufenthalt. Dabei gilt COPD als Risikofaktor für eine postoperative Beatmungsdauer von mehr als 48 Stunden.<sup>[99]</sup> Es zeigen sich auch mit einer verlängerten Beatmungsdauer (Inzidenz 5-22% der ACB-Patienten) mehr postoperative Arrhythmien, eine erhöhte Mortalität, vermehrt Pneumonien, Mediastinitis<sup>[99]</sup> und gehäuftes Auftreten von Atelektasen.<sup>[100]</sup>

Der Risikofaktor COPD für das Auftreten von **Mediastinitis**<sup>[51,65,66]</sup> ließ sich nicht bestätigen, bei der Differenzierung der Patienten nach der linksventrikulären Funktion zeigte sich eine tendenziell erhöhte Inzidenz der Mediastinitis bei Patienten (COPD sowie Kontrollgruppe) mit hochgradig reduzierter LV-Funktion. Diese geht auch in dieser Studie mit einer längeren Beatmungsdauer einher.<sup>[99]</sup>

Die in der Literatur beschriebene Kombination von langer **ECC-Zeit** und vermehrten Nachblutungen<sup>[94]</sup> konnte erneut bei den Patienten mit hochgradig eingeschränkter linksventrikulärer Funktion in dieser Studie gezeigt werden. Die signifikant erhöhte Mortalität dieser Patientengruppe<sup>[25,32,101]</sup> war ebenfalls nachzuweisen. Der höchste Anteil von Notoperationen in diesem Patientenkollektiv korrelierte aber nicht mit erhöhtem Auftreten von ARDS.<sup>[93]</sup>

Für **weibliche Patienten** konnte weder für pulmonale, extrapulmonale Morbidität oder Mortalität ein erhöhtes Risiko nachgewiesen werden. Die Ergebnisse stehen im Gegensatz zum geschlechterspezifisch erhöhten Risiko für Frauen für eine späte Extubation<sup>[96,102]</sup> und längeren ICU-Aufenthalt,<sup>[102]</sup> einer erhöhten intraoperativen Mortalität, vermutlich aufgrund kleinerer Statur mit kleinkalibrigen Koronararterien,<sup>[25,102,103]</sup> und vermehrten neurologischen Komplikationen.<sup>[102,104]</sup>

Der Anteil der **neurologische zentralen Komplikationen** nahm in dieser Studie mit abnehmender LV-Funktion zu (4,7 - 12,5%), insgesamt lag ein Anteil von zentral bedingten neurologischen Ausfällen von 7,3% vor, dieser ist im Vergleich zu anderen Studien (1-5%) gering erhöht.<sup>[21,105]</sup> Allgemein gelten ein Lebensalter von mehr als 70 Jahren, mittlere bis schwere linksventrikuläre Funktionseinschränkung und

Vorhofflimmern als Risikofaktoren für neurologische Komplikationen nach ACB-OP. [21,95] Es zeigte sich bei neurologischen Komplikationen nach ACB-Operationen eine deutlich erhöhte postoperative Liegezeit mit erhöhter Morbidität und Mortalität. [21,105] Bemerkenswert ist die oftmals nicht dokumentierte hohe Zahl (80%) von kognitiven Funktionsstörungen postoperativ, die mehrere Tage anhalten, aber auch in einem Drittel der ACB-Patienten persistieren. [106]

## 5. Zusammenfassung

In der retrospektiven Studie an 355 Patienten nach ACB-Operationen im Jahr 2000 konnte im Kollektiv der chronisch obstruktiven Lungenerkrankten ein erhöhtes Risiko für postoperative pulmonale Komplikationen nachgewiesen werden.

Diese betraf insbesondere die Inzidenz von Bronchopneumonien und respiratorischer Insuffizienz mit ARDS oder Reintubationen. Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD hatten vermehrt postoperativ Atelektasen.

Der klinische Schweregrad der COPD und eine reduzierte linksventrikuläre Funktion korrelierten mit gehäufterem Auftreten von postoperativen pulmonalen Komplikationen.

Die signifikanten extrapulmonalen Komplikation bei COPD-Patienten waren transfusionspflichtige Blutungsneigung, längere ECC- und postoperative Liegezeiten. Eine erhöhte Vorliegen präoperativer atrialer Herzrhythmusstörungen wurde bei Patienten mit mittel- oder hochgradiger COPD festgestellt.

Patienten mit einer chronisch obstruktiven Atemwegserkrankung zeigten keine erhöhte Mortalität.

Die zusätzliche Untersuchung von linksventrikulärer Funktionseinschränkung und Begleiterkrankungen (Diabetes mellitus, Nephropathie und/oder cerebrovaskulärer Erkrankung) ergab eine signifikant erhöhte Mortalität für Patienten mit cerebrovaskulärer Vorerkrankung sowie hochgradig eingeschränkter linksventrikulärer Funktion.

Allerdings konnte die univariate und multivariate Risikoanalyse anhand dieser Daten keine prognostischen Risikoparameter für pulmonale oder extrapulmonale Morbiditäts- und Mortalitätsvoraussagen ermitteln.



## Literatur

1. Cotes JE (1990)

Rating respiratory disability: a report on behalf of a working group of the European Society for clinical respiratory Physiology.

Eur Respir J 3 (9):1074-1077

2. Dewan NA, Rafique S, Tillotson GS, Niederman MS (2000)

Acute Exacerbation of COPD. Chest 117(3):662-671

3. Rogers DF (2001) Mucus hypersecretion in chronic obstructive pulmonary disease.

Novartis Found Symp 234:65-83

4. Sebold H, Roth U, Lippert R, Kohler J, Wieshammer S, Henze E, Stauch M (1986)

Left heart function in chronic obstructive lung disease.

Klin Wochenschr 64(9):433-441

5. World Health Organization (1963)

Chronic cor pulmonale: report of an expert committee.

Circulation 27:594

6. Fabel H (1985)

Bedeutung der myokardialen Hypoxie bei chronischem Cor pulmonale.

In: Matthys H, Fabel H: Chronisch respiratorische Insuffizienz.

MMV Medizin Verlag, München, S 30

7. Antonelli-Incalzi R, Fuso L, DeRosa M, Forastiere F, Nardecchia B, Pistelli R (1997)

Co-morbidity contributes to predict mortality of patients with chronic obstructive pulmonary disease. Eur Respir J 10(12):2794-2800

8. Samuels LE, Kaufman MS, Morris RJ, Promisloff R, Brockman SK (1998)

Coronary artery bypass grafting in patients with COPD.

Chest 113(4):878-882

9. Wong DH, Weber EC, Schell MJ, Wong AB, Anderson CT, Barker SJ (1995)  
Factors associated with postoperative pulmonary complications in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease.  
*Anesth Analg* 80: 276-284
  
10. Mohr R, Smolinsky A, Goor DA (1981)  
Prevention of supraventricular tachyarrhythmia with low-dose propranolol after coronary bypass.  
*J Thorac Cardiovasc Surg* 81:840-845
  
11. Jackson CV (1988)  
Preoperative pulmonary evaluation.  
*Arch Intern Med* 148:2120-2127
  
12. Gracey DR, Divertie MB, Didier EP (1979)  
Preoperative pulmonary preparation of patients with chronic obstructive pulmonary disease: a prospective study.  
*Chest* 76:123-129
  
13. Tarhan S, Moffitt E, Sessler AD, Douglas WW, Taylor WF (1973)  
Risk of anaesthesia and surgery in patients with chronic bronchitis and chronic obstructive pulmonary disease. *Surgery* 74:720-726
  
14. Stein M, Cassara EL (1970)  
Preoperative pulmonary evaluation of surgical patients. *JAMA* 211:787-790
  
15. Wightman JAK (1968)  
A prospective survey of the incidence of postoperative pulmonary problems.  
*Br J Surg* 55:85-91
  
16. Wiren JE, Janzon L (1983)  
Respiratory complications following surgery: improved prediction with preoperative spirometry. *Acta Anaesthesiol Scand* 27:476-479

17. Doyle RL (1999)  
Assessing and modifying the risk of postoperative pulmonary complications.  
Chest 115(2):77S-81S
  
18. Kroenke K, Lawrence VA, Theroux JF, Tuley MR (1992)  
Operative risk in patients with severe obstructive pulmonary disease.  
Arch Intern Med 152(5):967-971
  
19. Axelrod DA, Henke PK, Wakefield TW, Stanley JC, Upchurch GR Jr (2001)  
Impact of chronic obstructive pulmonary disease on elective and emergency abdominal  
aortic aneurysm repair. J Vasc Surg 33(1):72-76
  
20. Stucki A, Bollinger CT (1999)  
Die Beurteilung der Operabilität bei Patienten mit COPD.  
Ther Umsch 56(3):151-156
  
21. Michalopoulos A, Tzelepis G, Dafni U, Geroulanos S (1999)  
Determinants of hospital mortality after coronary artery bypass grafting.  
Chest 115(6):1598-1603
  
22. Kroenke K, Lawrence VA, Theroux JF, Tuley MR, Hilsenbeck S (1993)  
Postoperative complications after thoracic and major abdominal surgery in patients with  
and without obstructive lung disease. Chest 104(5):1445-1451
  
23. Cain HD, Stevens PM, Adaniya R (1979)  
Preoperative pulmonary function and complications after cardiovascular surgery.  
Chest 76(2):130-135
  
24. Kirklin JW (1964)  
Pulmonary dysfunction after open-heart surgery  
Med Clin North Am 48:1063-1068

25. Kennedy J, Kaiser GC, Fisher LD, et al. (1980)  
Multivariate discriminate analysis of the clinical and angiographic predictors of operative mortality from the Collaborative Study in Coronary Artery Surgery CASS.  
J Thorac Cardiovasc Surg 80:876-887
26. Magovern JA, Sakert T, Magovern GJ, Benckart DH, Burkholder JA, Liebler GA (1996) A model that predicts morbidity and mortality after coronary artery bypass graft surgery. J Am Coll Cardiol 28(5):1147-1153
27. Lippman ML, Goldberg SK, Walkerstein MD (1992)  
Pulmonary complications of open heart surgery. In: Kolter MN, Alfieri A Eds. Cardiac and noncardiac complications of open heart surgery: prevention, diagnosis, treatment. Mt Kisco, NY: Futura P: 239-279
28. Yokaohama T, Baumgartner FJ, Gheissari A, Capouya ER, Panagiotides GP, Declusin RJ (2000)  
Off-pump versus on-pump coronary bypass in high-risk subgroups.  
Ann Thorac Surg 70(5):1546-1550
29. Kouchoukos NT, Ebert PA, Grover FL, Lindesmith GG (1988)  
Report of the ad hoc committee on risk factors for coronary artery bypass surgery.  
Ann Thorac Surg 45:348-349
30. Higgins TL, Estafanous FG, Loop FD, Beck GJ, Blum JM, Paranadi L (1992)  
Stratification of morbidity and mortality outcome by preoperative risk factors in coronary artery bypass patients: a clinical severity score  
JAMA 267: 2344-2348
31. Loop FD, Higgins TL, Panda R, Pearce G, Estafanous FG (1992)  
Myocardial protection during cardiac operations.  
J Thorac Cardiovasc Surg 104:608-618

32. Grover FL, Hammermeister KE, Burchfield C (1990)  
Initial report of Veterans Administration preoperative risk assessment study for cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 50:12-26
33. Ferraris VA, Ferraris SP (1996)  
Risk factors for postoperative morbidity.  
*J Thorac Cardiovasc Surg* 111:731-741
34. Wright JG, Pifarre R, Sullivan HJ, et al. (1987)  
Multivariate discriminate analysis of risk factors for operative mortality following isolated coronary bypass graft.  
*Chest* 91:394-399
35. Wahl GW, Swineburne AJ, Fedullo AJ, et al. (1993)  
Effect of age and the preoperative airway obstruction on lung function after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 56:104-107
36. Braun SR, Birnbaum ML, Chopra PS (1978)  
Pre- and postoperative pulmonary function abnormalities in coronary artery revascularisation surgery. *Chest* 73:316-320
37. Immer F, Habicht J, Nessensohn K, Bernet F, Stulz P, Kaufmann M, Skarvan K (2000) Prospektive evaluation of 3 risk stratification scores in cardiac surgery.  
*Thorac Cardiovasc Surg* 48(3):134-139
38. Dupuis JY, Wang F, Nathan H, Lam M, Grimes S, Bourke M (2001)  
The cardiac anaesthesia evaluation score: a clinically useful predictor of mortality and morbidity after cardiac surgery.  
*Anaesthesiology* 94(2):194-204
39. Kirklin JK, Westaby S, Blackstone EH, Kirklin JW, Chenoweth DE, Pacifico AD (1983) Complement and the damaging effects of cardiopulmonary bypass.

J Thorac Cardiovasc Surg 86: 845-857

40. Hammerschmidt DE, Stroncek DF, Bowers TK, Lammi-Keefe CJ, Kurth DM, Ozalins A, Nicoloff DM, Lillehei RC, Craddock PR, Jacob HS (1981)  
Complement activation and neutropenia occurring during cardiopulmonary bypass.  
J Thorac Cardiovasc Surg 81:370-377

41. Royston D, Minty BD, Higenbottam TW, Wallwork J, Jones GJ (1985)  
The effect of surgery with cardiopulmonary bypass on alveolar-capillary barrier  
function in human beings. Ann Thorac Surg 40:139-143

42. Royston D, Fleming JS, Desai JB, Westaby S, Taylor KM (1986)  
Increased production of peroxidation products associated with cardiac operations.  
Evidence for free radical generation.  
J Thorac Cardiovasc Surg 91:759-766

43. Birdi I, Regragui IA, Izzat MB, Alonso C, Black AM, Bryan AJ, Angelici GD  
(1996) Effects of cardiopulmonary bypass temperature on pulmonary gas exchange after  
coronary artery operations. Ann Thorac Surg 61:118-123

44. Gass DG, Olsen GN (1986)  
Preoperative pulmonary function testing to predict postoperative morbidity and  
mortality . Chest 89:127-135

45. Burgess GE, Cooper RJ, Marino RJ, Peuler MJ, Mills NL, Oschner JL (1978)  
Pulmonary effect of pleurotomy during and after coronary artery bypass with internal  
mammary artery versus saphenous vein grafts. J Thorac Cardiovasc Surg 76:230-234

46. Bonacchi A, Prifti E, Giunti G, Salica A, Frati G, Sani G (2001)  
Respiratory dysfunction after coronary artery bypass grafting employing bilateral  
internal mammary arteries: the influence of intact pleura.  
Eur J Cardiothorac Surg 19:827-833

47. Berrizbeitia LD, Tessler S, Jacobowitz IJ, et al. (1989)  
Effect of sternotomy and coronary bypass surgery on postoperative pulmonary mechanics: comparison of internal mammary and saphenous vein bypass grafts.  
*Chest* 96:873-876
48. Jenkins SC, Soutar SA, Forsyth A, et al. (1989)  
Lung function after coronary artery surgery using the internal mammary artery and saphenous vein. *Thorax* 44:209-211
49. Stock MC, Downs JB, Weaver D, et al. (1986)  
Effect of pleurotomy on pulmonary function after median sternotomy.  
*Ann Thorac Surg* 42:441-444
50. Ghattas MA (1981)  
Pulmonary dysfunction after coronary artery bypass surgery.  
*Clev Clin Q* 48:219-220
51. Cohen A, Katz M, Katz R, Hauptmann E, Schachner A (1995)  
Chronic obstructive pulmonary disease in patients undergoing artery bypass grafting.  
*J Thorac Cardiovasc Surg* 109(3):574-581
52. Gaynes R, Bizek B, Mowry-Hanley J, et al. (1991)  
Risk factors for nosocomial pneumonia after coronary artery bypass graft operations.  
*Ann Thorac Surg* 51:215-218
53. Creswell LL, Schussler RB, Rosenbloom M, Cox JL (1993)  
Hazards of postoperative atrial arrhythmias.  
*Ann Thorac Surg* 56(3):539-549
54. Leitch JW, Thompson D, Baird DK, Harris PJ (1990)  
The importance of age as a predictor of atrial fibrillation and flutter after coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 100(3):338-342

55. Kachel RG (1979) Coronary arterial disease and arrhythmias in chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 76(2):242
56. Brashear RE (1984)  
Arrhythmias in patients with chronic obstructive pulmonary disease.  
*Med Clin North Am* 68(4):969-981
57. Gorecka D (1997) Cardiac arrhythmias in chronic obstructive pulmonary disease.  
*Monaldi Arch Chest Dis* 52(3):278-281
58. Sideris DA, Katsadoros DA, Valianos G, Assioura A (1975)  
Type of cardiac dysrhythmias in respiratory failure.  
*Am J Heart* 89:32-35
59. Incalzi RA, Pistelli R, Fuso L, Cocchi A, Bonetti MG, Giodarno A (1990)  
Cardiac arrhythmias and left ventricular function in respiratory failure from chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 97:1092-1097
60. Vecht RJ, Nicolaides EP, Ikweuke JK, Liassides C, Cleary J, Cooper WB (1986)  
Incidence and prevention of supraventricular tachyarrhythmias after coronary bypass surgery.  
*Int J Cardiol* 13:125-134
61. Aranki SF, Shaw DP, Adams DH, Rizzo RJ, Couper GS, Burstn HR (1996)  
Predictors of atrial fibrillation after coronary artery surgery.  
*Circulation* 94(3):390-397
62. Turlapti R, Greenspan AM (1992)  
Supraventricular arrhythmias following coronary artery bypass grafting.  
In: Kolter MN, Alfieri A Eds.  
Cardiac and noncardiac complications of open heart surgery: prevention, diagnosis, treatment. Mt Kisco, NY: Futura P:74

63. Naunheim KS, Fiore AC, Wadley JJ (1988)  
The changing profile of the patient undergoing coronary artery bypass surgery.  
*J Am Coll Cardiol* 11:494-498
64. Vuorisalo S, Haukipuro K, Poleka R, Syrjala H (1998)  
Risk features for surgical-site infections in coronary artery bypass surgery.  
*Infect Control Hosp Epidemiol* 19(4):240-247
65. Demmy TL, Park SB, Liebler GA, Burkholder JA, Benckart DH, Magovern GJ  
(1990) Recent experience with major sternal wound complications.  
*Ann Thorac Surg* 49(3):458-462
66. Newman LS, Szczukowski LC, Bain RP, Pelino CA (1988)  
Suppurative mediastinitis after open heart surgery: a case control study of risk factors.  
*Chest* 83:446-453
67. Stewart RD, Campos CT, Jennings B, Lollos SS, Levitsky S, Lahey SJ (2000)  
Predictors of 30-day hospital readmission after coronary artery bypass.  
*Ann Thorac Surg* 70(1):169-174
68. Rosen AB, Humphries JO, Muhlbaier LH, Kiefe CI, Kresowik T, Peterson ED  
(1999) Effect of clinical factors on length of stay after coronary artery bypass surgery:  
results of the cooperative cardiovascular project. *Am Heart J* 138(1):69-77
69. Braxton JH, Marrin CA, McGrath PD, Ross CS, Morton JR, Norotsky M,  
Charlesworth DC, Lahey SJ, Clough RA, O'Connor GT (2000)  
Mediastinitis and long-term survival after coronary artery bypass graft surgery.  
*Ann Thorac Surg* 70(6):2004-2007
70. Kavarana MN, Asher AS, Barbone A, Williams MR, Faber JM, Weinberg AD,  
Isidro AB, Oz MC, Esrig BC (2001)  
A comparison of consecutive off-pump versus coronary artery bypass.

Heart Surg Forum 4(2):160-165

71. Zenati M, Domit TM, Saul M, Gorcsan J, Katz, WE, Hudson M, Coucoulas AP, Griffith BP (1997) Resource utilization for minimally invasive direct and standard coronary artery bypass grafting.

Ann Thorac Surg 63(6 Suppl):S84-87

72. Siebert J, Rogowski J, Jagielak D, Anisimowicz L, Lango R, Narkiewicz M (2000) Atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass.

Eur J Cardiothorac Surg 17(5) :520-523

73. Siebert J, Anisimowicz L, Lango R, Rogowski J, Pawlaczyk R, Brzezinski M, Beta S, Narkiewicz M (2001)

Atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting: does the type of procedure influence the early postoperative incidence?

Eur J Cardiothorac Surg 19(4): 455-459

74. Kshetry VR, Flavin TF, Emery RW, Nicoloff DM, Arom KV, Patersen RJ (2000)

Does multivessel, off-pump coronary artery bypass reduce postoperative morbidity?

Ann Thorac Surg 69(6):1725-30, Discuss. 1730-1731

75. Del Rizzo DF, Boyd WD, Novick RJ, McKenzie FN, Desai ND, Menkis AH (1998) Safety and cost-effectiveness of MIDCABG in high-risk CABG patients.

Ann Thorac Surg 66(3):1002-1007

76. Guler M, Kirali K, Toker ME, Bozbuga N, Omeroglu SN, Akinci E, Yakut C (2001) Different CABG methods in patients with chronic obstructive pulmonary disease.

Ann Thorac Surg 71(1): 152-157

77. Gracey DR, Divertie MB, Didier EP (1979)

Preoperative pulmonary preparation of patients with chronic obstructive pulmonary disease : a prospective study. Chest 76:123-129

78. Wilson DJ (1997)  
Pulmonary rehabilitation exercise program for high-risk thoracic surgical patients.  
Chest Surg Clin N Am 7(4):697-706
79. Rajendran AJ, Pandurangi UM, Murali R, Gomathi S, Vijayan VK, Cherian KM (1998) Pre-operative short-term pulmonary rehabilitation for patients of chronic obstructive pulmonary disease undergoing coronary artery bypass graft surgery.  
Indian Heart J 50(5): 531-534
80. Morran CG, Finaly IG, Mathieson M et al. (1983)  
Randomized controlled trial of physiotherapy for postoperative pulmonary complications. Br J Anaesth 55:1113-1117
81. Hall JC, Tarala R, Harr J et al. (1991)  
Incentive spirometry versus routine chest physiotherapy for prevention of pulmonary complications after abdominal surgery. Lancet 337:953-956
82. Luther R, Evers H, Seidel R, Durchschmied H (1991)  
Reference values for spirometry exemplified by FVC and FEV<sub>1</sub> parameters – comparison of normal values of the Pathophysiology of Respiration Section and the European Society for Coal and Steel. Z Erkr Atmungsorgane 176(1):48-56
83. Sachs, L  
Angewandte Statistik, 8. Auflage. Berlin: Springer 1997, S 380 ff
84. Breiman L, Friedmann JH, Olshen RA, Stone CJ  
Classification and regression trees. Monterey CA: Wadsworth, 1984 S 23 ff
85. Viegi G, Pedreschi M, Pistelli F, DiPede F, Baldacci S, Carrozzi L, Giuntini C (2000) Prevalence of airway obstruction in a general population: European Respiratory Society vs. American Thoracic Society definition.  
Chest 117(5 Suppl2):339S-345S

86. Okinaka AJ, Glenn F (1975)  
The surgical patient with emphysema and CO<sub>2</sub>-retention.  
Arch Surg 90:436-443
87. Williams CD, Brenowitz JB (1976)  
“Prohibitive” lung function and major surgical procedures.  
Am J Surg 132:763-766
88. Milledge JS, Nunn JF (1975) Criteria of fitness for anaesthesia in patients  
with chronic obstructive lung disease. BMJ 3:670-673
89. Tisi GM (1979) Preoperative evaluation of pulmonary function.  
Am Rev Resp Dis 119:293-310
90. Gold MI, Schwam SJ, Goldberg M (1983)  
Chronic obstructive pulmonary disease and respiratory complications.  
Anaest Analg 62: 975-981
91. Pedersen T, Eliassen K, Henriksen E (1990)  
A prospective study of mortality associated with anaesthesia and surgery: risk indicators  
of mortality in hospital.  
Acta anaesthesiol Scand 34:176-182
92. Forrest JB, Rehder K, Cahalan MK, Goldsmith CH (1992)  
Multicenter Study of General Anaesthesia.  
Anaesthesiology 76:3-15
93. Kaul TK, Fields BL, Riggins LS, Wyatt DA, Jones CR, Nagle D (1998)  
Adult respiratory distress syndrome following cardiopulmonary bypass: incidence,  
prophylaxis and management. J Cardiovasc Surg (Torino) 39(6):777-781

94. Rich MW, Keller AJ, Schechtman KB, Marshalll WG Jr, Kouchoukos NT (1988)  
Morbidity and mortality of coronary bypass surgery in patients 75 years or older.  
Ann Thorac Surg 46:638-644
95. Lee JH, Swain B, Andrey J, Murrell H, Geha A (1999)  
Fast track recovery of elderly coronary bypass surgery patients.  
Ann Thorac Surg 68:437-441
96. Arom KV, Emery RW, Petersen RJ, Schwartz M (1995)  
Cost-effectiveness and predictors of early extubation.  
Ann Thorac Surg 60:127-132
97. Ott RA, Gutfinger DE, Miller MP, Alimadadian H, Tanner TM (1997)  
Rapid recovery after coronary artery bypass grafting: is the elderly patient eligible?  
Ann Thorac Surg 63:634-639
98. Canver CC, Nichols RD, Kroncke GM (1998)  
Influence of age-specific lung function on survival after coronary bypass.  
Ann Thorac Surg 66(1):144-147
99. Cohen A, Katz M, Frenkel G, Medalion B, Schachner A (2000)  
Morbid results of prolonged intubation after coronary artery bypass surgery.  
Chest 118(6):1724-1731
100. Johnson D, Thomson D, Mycyk T, Burbridge B, Mayers I (1997)  
Respiratory outcomes with early extubation after coronary artery bypass surgery.  
J Cardiothorac Vasc Anesth 11(4):474-480
101. Alderman EL, Fisher LD, Litwin P, et al. (1983)  
Results of coronary artery surgery in patients with poor left ventricular function CASS.  
Circulation 68:785-795

102. Koch CG, Higgins TL, Capdeville M, Maryland P, Leventhal M, Starr NJ (1996)  
The risk of coronary artery surgery in women: a matched comparison using preoperative severity of illness scoring. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 10(7):839-843
103. Fisher LD, Kennedy JW, Davies KB, et al. (1982)  
Association of sex, physical size, and operative mortality after coronary artery bypass in the coronary artery study group CASS  
*J Thorac Cardiovasc Surg* 84:334-441
104. Aldea GS, Gaudiani JM, Shapira OM, Jacobs AK, Weinberg J, Cupples AL, Lazar HL, Shemin RJ (1999) Effect of gender on postoperative outcomes and hospital stays after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 67(4): 1097-1103
105. Stamou SC, Hill PC, Dangas G, Pfister AJ, Boyce SW, Dullum MK, Bafi AS, Corso PJ (2001) Stroke after coronary artery bypass: incidence, predictors and clinical outcome. *Stroke* 32(7): 1508-1513
106. Arrowsmith JE, Grocott HP, Reves JG, Newman MF (2000)  
Central nervous system complications of cardiac surgery.  
*Br J Anaesth* 84(3):378-393
107. Doering LV, Esmailian F, Laks H (2000)  
Perioperative predictors of ICU and hospital costs in coronary artery bypass graft surgery. *Chest* 118:736-743
108. Övrum E, Tangen G, Schiött C, Dragsund S (2000)  
Rapid recovery protocol applied to 5658 consecutive „on-pump“ coronary bypass patients. *Ann Thorac Surg* 70:2008-2012



## **DANKSAGUNG**

Diese Arbeit ist meinem Mann Dr. med. Ernst Scharsack gewidmet.

Für die Betreuung danke ich

Herrn Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Volker Döring und

Herrn Dr. med. Matthias Kubik,

Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf,

Klinik und Poliklinik für Herz- und Gefäßchirurgie.

Die statistische Beratung und Korrektur verdanke ich

Herrn Dr. Ing. Wolfgang Reimers.

## **Lebenslauf**

Tanja Moderau

Beim Schlump 85 e

20144 Hamburg

04.02.1968 geboren in Hamburg

deutsche Staatsangehörigkeit

verheiratet

8/1974 Grundschule Neubergerweg, Hamburg

8/1978 Gymnasium Heidberg

6/1987 Erwerb der allgemeinen Hochschulreife

8/1987 Ausbildung zur Fremdsprachenkorrespondentin,

(Englisch / Französisch / Spanisch)

Staatliche Fremdsprachenschule am Mittelweg

10/1989 Ausbildung zur Krankenschwester,

Krankenpflegeschule des AK Altona

6/1990 Zulassung zum Medizinstudium,

Immatrikulation Universität Hamburg

8/1992 Ärztliche Vorprüfung  
8/1993 Erster Abschnitt der ärztlichen Prüfung  
9/1995 Zweiter Abschnitt der ärztlichen Prüfung  
10/1996 Dritter Abschnitt der ärztlichen Prüfung  
12/1996 AiP Abteilung für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie,  
UK Hamburg-Eppendorf  
6/1998 Assistenzärztin  
Klinik und Poliklinik für Herz- und Gefäßchirurgie,  
Prof. Dr. med. H. Reichenspurner Ph.D.  
UK Hamburg-Eppendorf,

Hamburg, den 03.08.2002

## **Erklärung**

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen oder Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen einzeln nach Angabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe, und dass ich die Dissertation bisher nicht einem anderen Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.