

Aus der Klinik für Anästhesiologie der Ludwigs- Maximilians- Universität München

Direktor: Prof. Dr. med. Bernhard Zwißler

**Risikostratifizierung von kardiochirurgischen Eingriffen anhand
perioperativer Parameter an der Herzkllinik der Universität am Augustinum**

Dissertation

zum Erwerb der Doktorgrades der Zahnheilkunde an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig- Maximilians- Universität zu München

Vorgelegt von

Katrin Anette Birkmeier

aus

München

2008

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Priv. Doz. Dr. med. Erich Kilger
Mitberichterstatter:	Priv. Doz. Dr. Christoph Schmitz Prof. Dr. Jürgen Stausberg Prof. Dr. Gerhard Steinbeck
Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter:	Dr. med. F. Weis
Dekan:	Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Reiser, FACR
Tag der mündlichen Prüfung:	28.10.2008

meinen Eltern

1. EINLEITUNG	10
1.1 Geschichtlicher Überblick über die Herzchirurgie	10
1.1. Beschreibung der Herzklinik der Universität am Augustinum	10
1.2. Ziel der Arbeit	10
2. METHODIK UND DATENERHEBUNG	11
2.1. Operationsstandards	11
2.1.1. Operative Maßnahmen	11
2.1.2. Maßnahmen der Anästhesie	11
2.2. Datenerhebung	12
2.2.1. Umfang der Untersuchung	12
2.2.2. Präoperative Parameter	13
2.2.3. Intra- und Postoperative Parameter	13
2.3. Statistik	14
2.3.1. Demographische Datenauswertung	14
2.3.2. Induktive Datenanalyse	14
3. ERGEBNISSE	15
3.1. Auswertung der demographischen Daten	15
3.1.1. Geschlechtsverteilung	15
3.1.2. Altersverteilung	15
3.1.3. Durchgeführte Eingriffe	16
3.1.4. Geschlechtsverteilung bei durchgeführten Eingriffen	17
3.1.5. Schlussfolgerung zu den Ergebnissen	18
3.2. Vergleich der Jahrgänge 1997, 1998, 1999 und 2000	19
3.2.1. Vergleich der Jahrgänge 1997, 1998, 1999 und 2000 hinsichtlich präoperativer Parameter	19
3.2.1.1. Geschlecht der Patienten	19
3.2.1.2. Alter der Patienten	20
3.2.1.3. Durchgeführte Eingriffe	23

Inhaltsverzeichnis

3.2.1.4.	Operation bei instabilem Zustand des Patienten	27
3.2.1.5.	Durchgeführte Notfalleingriffe	28
3.2.1.6.	Präoperative linksventrikuläre Auswurffraktion	28
3.2.2.	Vergleich der Jahrgänge 1997, 1998, 1999 und 2000 hinsichtlich intra- und postoperativer Parameter	29
3.2.2.1.	Extrakorporale Zirkulationsdauer	29
3.2.2.2.	Aortale Abklemmzeit in Minuten	30
3.2.2.3.	Simplified Acute Physiology Scores (SAPS)	31
3.2.2.4.	Therapeutic Intervention Scoring Systems (TISS)	32
3.2.2.5.	Beatmungsdauer	34
3.2.2.6.	Katecholamingabe	35
3.2.2.6.1.	Adrenalingabe	35
3.2.2.6.2.	Noradrenalingabe	36
3.2.2.7.	Blutprodukte	37
3.2.2.7.1.	Erythrozytenkonzentrate	38
3.2.2.7.2.	Fresh- Frozen- Plasmakonzentrate	38
3.2.2.7.3.	Thrombozytenkonzentrate	39
3.2.2.8.	Laktatwerte	39
3.2.2.9.	Intensivdauer	40
3.2.2.10.	Infektionen	43
3.2.3.	Schlussfolgerung zu den Ergebnissen	43
3.3.	Spezifische Problemstellungen	44
3.3.1.	Linksventrikuläre Auswurffraktion des Herzens	44
3.3.1.1.	Vergleich der linksventrikulären Auswurfleistung des Herzens hinsichtlich präoperativer Parameter	45
3.3.1.1.1.	Geschlechtsverteilung	45
3.3.1.1.2.	Altersverteilung	45
3.3.1.1.3.	Durchgeführte Eingriffe	46
3.3.1.1.4.	Operation bei instabilem Zustand des Patienten	49
3.3.1.1.5.	Notfalleingriffe	49
3.3.1.2.	Vergleich der linksventrikulären Auswurfleistung des Herzens hinsichtlich intra- und postoperativer Parameter	50
3.3.1.2.1.	Extrakorporale Zirkulationsdauer	50
3.3.1.2.2.	Aortale Abklemmzeit	51

Inhaltsverzeichnis

3.3.1.2.3.	Simplified Acute Physiology Scores (SAPS)	52
3.3.1.2.4.	Therapeutic Intervention Scoring Systems (TISS)	53
3.3.1.2.5.	Beatmungsdauer	54
3.3.1.2.6.	Katecholamine	54
3.3.1.2.6.1.	Adrenalingabe	55
3.3.1.2.6.2.	Noradrenalingabe	56
3.3.1.2.7.	Blutprodukte	57
3.3.1.2.7.1.	Erythrozytenkonzentrate	58
3.3.1.2.7.2.	Fresh- Frozen- Plasma- Konzentrate	59
3.3.1.2.7.3.	Thrombozytenkonzentrate	59
3.3.1.2.8.	Laktatwerte	60
3.3.1.2.9.	Intensivdauer	60
3.3.1.2.10.	Infektionen	63
3.3.1.3.	Schlussfolgerung zu den Ergebnissen	64
3.3.2.	Extrakorporale Zirkulationsdauer	64
3.3.2.1.	Vergleich der extrakorporalen Zirkulationsdauer hinsichtlich präoperativer Parameter	65
3.3.2.1.1.	Häufigkeits- und Geschlechtsverteilung	65
3.3.2.1.2.	Altersverteilung	65
3.3.2.1.3.	Durchgeführte Eingriffe	67
3.3.2.1.4.	Operationen bei instabilem Zustand des Patienten	70
3.3.2.1.5.	Durchgeführte Notfalleingriffe	70
3.3.2.2.	Vergleich der extrakorporalen Zirkulationsdauer hinsichtlich intra- und postoperativer Parameter	71
3.3.2.2.1.	Aortale Abklemmzeit	71
3.3.2.2.2.	Simplified Acute Physiology Scores (SAPS)	72
3.3.2.2.3.	Therapeutic Intervention Score Systems (TISS)	73
3.3.2.2.4.	Beatmungsdauer	73
3.3.2.2.5.	Katecholamingabe	74
3.3.2.2.5.1.	Adrenalingabe	76
3.3.2.2.5.2.	Noradrenalingabe	77
3.3.2.2.6.	Blutprodukte	77
3.3.2.2.6.1.	Erythrozytenkonzentrate	78
3.3.2.2.6.2.	Fresh- Frozen- Plasma- Konzentrate	79
3.3.2.2.6.3.	Thrombozytenkonzentrate	79

Inhaltsverzeichnis

3.3.2.2.7. Laktatkonzentration	80
3.3.2.2.8. Intensivdauer	81
3.3.2.2.9. Infektionen	83
3.3.2.3. Schlussfolgerung zu den Ergebnissen	85
3.3.3. Verteilung in standardisierten Altersgruppen	85
3.3.3.1. Vergleich der standardisierten Alterskategorien hinsichtlich präoperativer Parameter	86
3.3.3.1.1. Geschlechtsverteilung	86
3.3.3.1.2. Durchgeführte Eingriffe	86
3.3.3.1.3. Operation bei instabilem Zustand des Patienten	89
3.3.3.1.4. Durchgeführte Notfalleingriffe	90
3.3.3.2. Vergleich der standardisierten Alterskategorien hinsichtlich intra- und postoperativer Parameter	90
3.3.3.2.1. Extrakorporale Zirkulationsdauer	90
3.3.3.2.2. Aortale Abklemmzeit	90
3.3.3.2.3. Simplified Acute Physiology Scores (SAPS)	92
3.3.3.2.4. Therapeutic Intervention Score Systems (TISS)	93
3.3.3.2.5. Beatmungsdauer	93
3.3.3.2.6. Katecholamingabe	94
3.3.3.2.6.1. Adrenalingabe	95
3.3.3.2.6.2. Noradrenalin	96
3.3.3.2.7. Blutprodukte	98
3.3.3.2.7.1. Erythrozytenkonzentrate	98
3.3.3.2.7.2. Fresh- Frozen- Plasma- Konzentrate	98
3.3.3.2.7.3. Thrombozytenkonzentrate	99
3.3.3.2.8. Laktatwerte	99
3.3.3.2.9. Intensivdauer	100
3.3.3.2.10. Infektionen	102
3.3.3.3. Schlussfolgerung zu den Ergebnissen	104
3.3.4. Mortalität	106
3.3.4.1. Vergleich der Mortalitätsrate hinsichtlich präoperativer Parameter	106
3.3.4.1.1. Geschlechtsverteilung	106
3.3.4.1.2. Altersverteilung	107
3.3.4.1.3. Durchgeführte Eingriffe	109

3.3.4.1.4.	Sterblichkeit bei Eingriffen in instabilem Zustand	114
3.3.4.1.5.	Sterblichkeit bei Notfalleingriffen	115
3.3.4.1.6.	Linksventrikuläre präoperative Auswurfleistung	116
3.3.4.2.	Vergleich der Mortalitätsrate hinsichtlich intra- und postoperativer Parameter	117
3.3.4.2.1.	Extrakorporale Zirkulationsdauer	117
3.3.4.2.2.	Simplified Acute Physiology Scores (SAPS)	118
3.3.4.2.3.	Therapeutic Intervention Score Systems (TISS)	119
3.3.4.2.4.	Beatmungsdauer	119
3.3.4.2.5.	Laktatwerte	121
3.3.4.3.	Schlussfolgerung zu den Ergebnissen	121
4.	DISKUSSION	123
4.1.	Mögliche Prädiktoren für klinisches Outcome nach kardiochirurgischem Eingriff	123
4.1.1.	Geschlechtsverteilung	123
4.1.2.	Altersverteilung	125
4.1.3.	Systolische linksventrikuläre Auswurfleistung	126
4.1.4.	Beatmungsdauer	127
4.1.5.	Postoperative Transfusionspflichtigkeit	129
4.1.6.	Laktatwert	131
4.1.7.	Postoperative Infektionen	133
4.2.	Abschliessende Bewertung	134
5.	ZUSAMMENFASSUNG	137
6.	LITERATUR	139
7.	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	143
8.	TABELLENVERZEICHNIS	147
9.	LEBENS LAUF	149

1. Einleitung

1.1 Geschichtlicher Überblick über die Herzchirurgie

Die Entdeckung des Heparins durch McLean im Jahre 1916 bedeutete eine der wichtigsten Voraussetzungen für den Betrieb einer Herz- Lungen- Maschine.

Mit der Rollpumpe wurde im Jahr 1934 ein weiteres Bauteil für die Entwicklung einer Herz- Lungen- Maschine erfunden. Clarence Dennis führte am 5. April 1951 in Minneapolis die erste Herzoperation unter Verwendung einer Herz- Lungen- Maschinen durch. Der Patient verstarb intraoperativ. Zwei Jahre später konnte John Gibbon jr. mit einer Herz- Lungen- Maschine der Firma IBM eine erfolgreiche Herzoperation durchführen. Robert H. Goetz führte 1960 die erste arterielle, David C. Sabiston 1962 die erste venöse Bypassoperation durch. Im Jahr 1967 gelang es dann Christiaan Barnard in Kapstadt zum ersten Mal ein Herz zu transplantieren. Damit war der Weg für die moderne Herzchirurgie geebnet (6). Seit 1993 ist die Herzchirurgie ein selbstständiges Fachgebiet in Deutschland.

1.1. Beschreibung der Herzklinik der Universität am Augustinum

Die Herzklinik der Universität am Augustinum ist eine Kooperation der Ludwig-Maximilians- Universität München vertreten durch die Klinik für Herzchirurgie und die Klinik für Anaesthesiologie mit der Stiftsklinik am Augustinum

Die Herzklinik der Universität am Augustinum beinhaltet zwei OP- Säle und 14 Intensivplanbetten.

In der anästhesiologischen Intensivtherapiestation der Herzklinik am Augustinum werden Patienten im Erwachsenenalter nach kardiovaskulären Eingriffen, wie Bypass- und Herzklappenoperationen, Korrekturen kongenitaler Vitien und Aneurysmen sowie Herztransplantationen und Kunstherz behandelt.

1.2. Ziel der Arbeit

Für die vorliegende Arbeit erfassten wir prä-, intra- und postoperative Parameter aller herzchirurgischen Patienten von 1997 bis einschließlich des Jahres 2000. Wir legten die Studie prospektiv, nicht- interventionell an.

Anhand der Auswertung der vorliegenden Parameter soll eine Evaluierung des Operationsverlaufes bzw. eine Risikoabschätzung bei herzchirurgischem Eingriff ermöglicht werden. Der Vergleich mit Zahlen anderer herzchirurgischer Zentren weltweit soll Grundlage einer eigenen Qualitätskontrolle sein.

2. Methodik und Datenerhebung

2.1. Operationsstandards

Die durchzuführenden perioperativen Maßnahmen folgten bei allen Patienten einem standardisierten Ablauf.

2.1.1. Operative Maßnahmen

Die Operationen wurden in der Regel in milder Hypothermie ($32^{\circ} \pm 2^{\circ}$) durchgeführt. Mit Hilfe dieser Maßnahme wurde der Sauerstoffbedarf um annähernd 50% gesenkt. Kardioplegie wurde mittels kalter kristalloider Lösung (Brettschneider Custidol®, Köhler Chemie, Alsbach- Hähnlein, Deutschland) erzeugt.

Die zum Einsatz kommenden Herz- Lungen- Maschinen (HLM) arbeiteten mit Roller-Pumpen (Stöckert, München, Deutschland) und einem Membranoxygenator (Medtronic, Minneapolis, USA)

Zum Priming der HLM wurde eine Lösung aus 1500 ml Ringer- Lösung, 1000 mmol/l Natriumbicarbonat, 5000 I.E Heparin, und Aprontinin eingesetzt. Intraoperativ erhielt jeder Patient Aprotinin (Trasylo; Bayer, Leverkusen, Deutschland). Die verabreichte Dosis entsprach mit 3.000.000 I.E. der Hälfte der Vorgaben des Hammersmith-Schemas.

Bei der systemischen Antikoagulation wurde mit 400 I.E. Heparin pro kgKG eine activated clotting time (ACT) von mehr als 400 sec. angestrebt.

Ein minimaler Blutfluss von 2,4 l/min/m² Körperoberfläche sollte einen arteriellen Mitteldruck von > 60 mmHg erzielen. Als Richtgröße zur Indikation einer Bluttransfusion galt für Patienten ein Hb- Wert < 8mg/ dl, nach Abgehen von der HLM.

2.1.2. Maßnahmen der Anästhesie

Im folgenden Abschnitt wird das anästhesiologische Vorgehen in zeitlicher Reihenfolge erläutert.

Die angesetzte präoperative Medikation wurde mit Ausnahme oraler Antidiabetika und MAO- Hemmern der ersten Generation bis zum Vorabend der Operation verabreicht. Zur Prämedikation erhielt der Patient ca. eine Stunde vor Einleitung der Anästhesie jeweils 0,1- 0,15 mg/kgKG Midazolam per os.

Üblicherweise wurde neben dem venösen Zugang auch ein 20 G- Katheter in die linke Arteria radialis zum perioperativen Blutdruck- und Blutgasmonitoring gelegt. Nach Einleitung mit Midazolam (0, 15- 0, 25 mg/kgKG i.v.), Sufentanil (1- 3 mg/kgKG) und Pancuronium (0, 1 mg/kgKG) wurde die Narkose mit Sufentanil (1- 2 µg/kgKG) und Isofluran (0, 3- 1, 0 Vol.%) aufrechterhalten.

Nach orotrachealer Intubation wurde in die rechte Vena jugularis interna ein vierlumiger zentralvenöser Katheter (Arrow, Reading, PA, USA) und eine Schleuse für einen Pulmonalarterienkatheter (PAK) (Arrow, Reading, PA, USA) eingebracht, um bei Problemen beim Abgehen von der Herz-Lungen-Maschine einen Pulmonalis-Katheter (Ohmeda, Murray Hill, NJ, USA) einführen zu können.

Alternativ wurde zur kontinuierlichen Überwachung eine transkardiopulmonale Messung des Herzzeitvolumens (Picco, Pulsion AG, München) angewandt.

Als intraoperatives EKG dienten die Ableitungen II und V₅. Die Pulsoxymetrie wurde kontinuierlich durchgeführt.

Zusätzlich wurde die kardiale Funktion mittels transösophagealer Echokardiographie überwacht. Die Analyse der Blutgase und Messung der endexpiratorischen CO₂-Konzentration waren das Mittel der Wahl zur Kontrolle der Normoventilation; angestrebt war eine Sauerstoff- Sättigung von 100%.

Nach Abgehen von der HLM war die Verabreichung eines Vasopressors bei ausbleibendem Anstieg des mittleren arteriellen Drucks über 70 mmHg trotz Normovolämie (Zentralvenöser Druck (ZVD) 8-12 mmHg bzw. pulmonaler kapillärer Verschlussdruck (PCWP) von 12-15 mmHg, jeweils bei einem positiven endexpiratorischen Druck (PEEP) von 0 mmHg) bzw. bei einem Herzindex (CI) > 2, 5 l/min/m² indiziert. Hierfür galt Noradrenalin als Vasopressor der Wahl.

Bei einem Herzindex unter 2,5 l/min/m² verabreichte man zur Steigerung der Inotropie Adrenalin oder einen PDE- Inhibitor.

Zur Volumensubstitution kam als Kristalloidlösung Vollelektrolytlösung, als kolloidale Lösung primär Hydroxyethylstärke (HES 6%, 130/ 0, 4) in einer maximalen Dosierung von 33 ml/kgKG zum Einsatz. Weiterer Bedarf an kolloidaler Lösung wurde mit 4%iger Gelatine (Haemaccel[®]) abgedeckt.

2.2. Datenerhebung

2.2.1. Umfang der Untersuchung

Die Datenerhebung erfasst den Zeitraum vom 1. 1. 1997 bis 31. 12. 2000.

Alle 3174 durchgeführten herzchirurgischen Eingriffe wurden berücksichtigt. Geplant war die konsekutive Erfassung prae- und postoperativer Parameter von intensivmedizinischer Bedeutung an einem großen Patientengut innerhalb eines Zentrums. Die Ergebnisse dieser prospektiven Studie sollen den Wandel von Behandlungsmethoden belegen und allgemeine Erfahrungswerte verdeutlichen. Die Weiterführung der Datenerhebung ist in Durchführung.

2.2.2. Präoperative Parameter

- Geschlecht
- Alter
- Art des Eingriffs
- Linksventrikuläre Auswurffraktion in Prozent
- Präoperativ instabiler Zustand des Patienten im Sinne der Notwendigkeit einer kontinuierlichen Verabreichung von Nitroglycerin und Heparin
- Notfalloperation im Sinne von Akutbehandlung bei myokardialem Ereignis, hämodynamischer Instabilität und als lebensrettende Maßnahme

2.2.3. Intra- und Postoperative Parameter

- Dauer der extrakorporalen Zirkulation in Minuten
- Dauer der aortalen Abklemmzeit in Minuten
- Dauer der mechanischen Beatmung in Stunden
- Maximaldosis der Applikation von Adrenalin und Noradrenalin in mg/h
- Menge der intra- und postoperativ transfundierten Erythrozyten-, Thrombozyten-, oder Fresh- Frozen- Plasma- Konzentrate
- Höchster gemessener Laktatwert während des Aufenthalts auf der Intensivstation in mmol/dl.
- Ermittelter Punktwert des Simplified Acute Physiology Scores (SAPS)
- Die Summe der Werte des täglich erhobenen Therapeutic Intervention Scoring Systems (TISS)
- Dauer des Intensivaufenthalts in Tagen
- Mikrobiologisch nachgewiesene Infektionen
- Mortalitätsrate

2.3. Statistik

Die Erhebung des Datengutes erfolgte in Form einzelner Excel - Dateien, die zu einer Gesamtdatei zusammengefügt wurden. Als Computerprogramm für die weitere statistische Berechnung wurde SPSS® Version 14. 0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) gewählt.

Fehlende oder unvollständige Werte wurden aus den Berechnungen ausgeschlossen. Insgesamt umfasst die Studie einen Umfang von 3174 durchgeführten Eingriffen in vier Jahren.

Die ursprünglich erfassten Werte und die im Nachhinein bearbeiteten Werte sind in 109 Variablen aufgelistet. Zur Berechnung dienten folgende statistische Tests.

2.3.1. Demographische Datenauswertung

- Häufigkeitstabellen
- Graphische Darstellung : Balken-, Linien- und Kreisdiagramme
- Kategorielle Variablen wurden in Tabellen als Absolutwert und Prozentwert aufgeführt. Der Vergleich dieser Variablen erfolgte mit dem Chi- Quadrat- Test in Kreuztabellen.

2.3.2. Induktive Datenanalyse

- Mann - Whitney- U- Test für 2 unverbundene Stichproben
- Kruskal- Wallis- Test für 3 oder mehr verbundene Stichproben
- Boxplot zur graphischen Darstellung

Stetige Variablen wurden in Median und Quartile (25/ 50/ 75)%- Quantile aufgeführt.

Die stetigen Variablen wurden bei zwei unverbundenen Stichproben mit Hilfe der Liljeforts- Modifikation des Kolmogorov- Smirnov- Tests auf Normalverteilung geprüft und bei nicht- parametrischer Verteilung mit dem Mann- Whitney- U- Test verglichen.

Bei mehr als zwei unverbundenen Stichproben kam der Kruskal- Wallis- Test zur Anwendung. Bei signifikantem Testergebnis im Kruskal- Wallis- Test wurde ein Paarvergleich der einzelnen Gruppen mittels Mann- Whitney- U- Test durchgeführt. Das Signifikanzniveau wurde hierbei mittels des Bonferoni- Tests korrigiert.

Für den Einschluss der Parameter in ein multivariantes Modell wurde ein Signifikanzniveau von $p < 0, 05$ in der univarianten Analyse vorausgesetzt.

In der graphischen Darstellung wurde auf die Einblendung von Extremwerten und Ausreißern zugunsten einer besseren Übersichtlichkeit verzichtet.

3. Ergebnisse

3.1. Auswertung der demographischen Daten

Der folgende Abschnitt zeigt einen Überblick über das erhobene Datengut hinsichtlich Geschlecht und Alter der operierten Patienten und Art der durchgeführten Eingriffe.

3.1.1. Geschlechtsverteilung

71,0% der operierten Patienten waren Männer, 29,0% Frauen.

3.1.2. Altersverteilung

Für die Bestimmung des durchschnittlichen Alters der Patienten zur Zeit des Eingriffs wurde folgende Intervallskala eingeführt:

- Altersgruppe 1 von 10 bis 39 Jahre
- Altersgruppe 2 von 40 bis 49 Jahre
- Altersgruppe 3 von 50 bis 59 Jahre
- Altersgruppe 4 von 60 bis 69 Jahre
- Altersgruppe 5 von 70 bis 79 Jahre
- Altersgruppe 6 von 80 bis 89 Jahre
- Altersgruppe 7 ab 90 Jahre

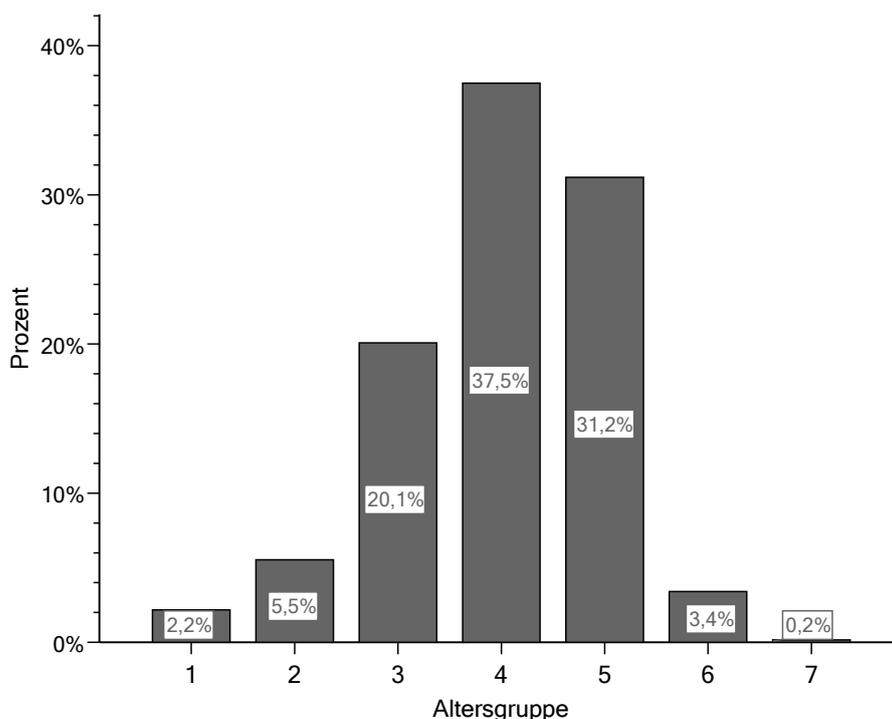


Abb. 1: Prozentuale Verteilung der definierten Altersgruppen

Ergebnisse

Legende:

Altersgruppe 1 von 10 bis 39 Jahre

Altersgruppe 2 von 40 bis 49 Jahre

Altersgruppe 3 von 50 bis 59 Jahre

Altersgruppe 4 von 60 bis 69 Jahre

Altersgruppe 5 von 70 bis 79 Jahre

Altersgruppe 6 von 80 bis 89 Jahre

Altersgruppe 7 ab 90 Jahre

Der höchste Prozentsatz an Patienten gehörte der Altersgruppe 4 (60- 69 Jahre) mit 37, 5% an, gefolgt von Patienten der Altersgruppen 5 (70- 79 Jahre) und 3 (50- 59 Jahre) mit 31, 2% und 20, 1%.

3.1.3. Durchgeführte Eingriffe

Zur Klassifizierung der Eingriffe wurde folgende Einteilung eingeführt:

Coronary Artery Bypass Graft (CABG)

Klappeneingriffe (Klappe)

Coronary Artery Bypass (CABG) kombiniert mit Klappeneingriff

Doppelklappe

Aorta- Ascendens- Ersatz

Aorta- Ascendens- Ersatz kombiniert mit Klappeneingriff

Herztransplantation

Sonstige, darunter Schrittmacherimplantationen, Entlastung eines Perikardergusses, Reverdrahtung und Wundrevision

Die folgende Tabelle listet die absoluten sowie die prozentualen Häufigkeiten der einzelnen dargestellten Eingriffe auf.

Tab. 1: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Eingriffe

Art des Eingriffs	Häufigkeit	Prozent
CABG	2268	72, 3
Klappeneingriff	435	13, 9

Ergebnisse

Legende:

CABG Coronary Artery Bypass Graft

AAE Aorta- Ascendens- Ersatz

HTX Herztransplantation

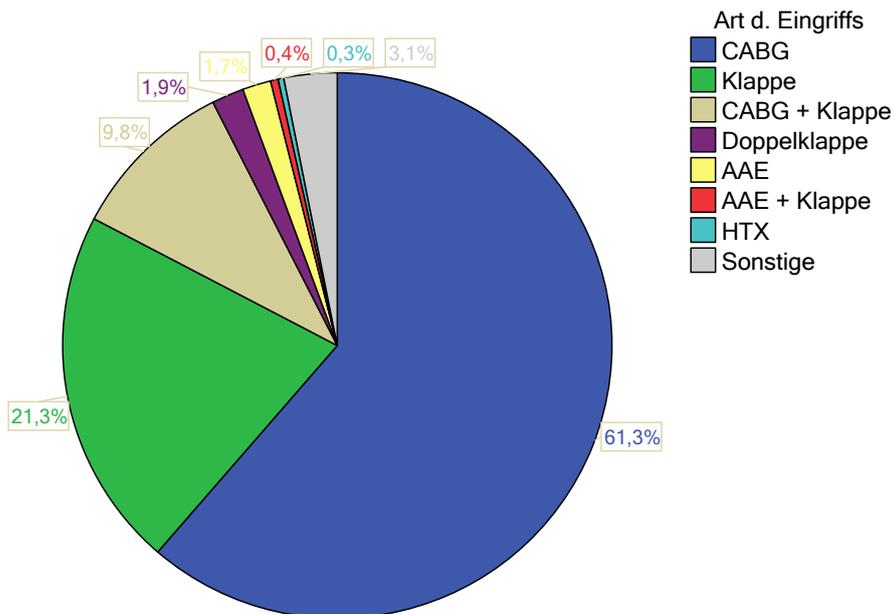


Abb. 3: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Eingriffe, durchgeführt an weiblichen Patientinnen

Legende:

CABG Coronary Artery Bypass Graft

AAE Aorta- Ascendens- Ersatz

HTX Herztransplantation

Absolut mussten sich sowohl Männer wie auch Frauen am häufigsten Bypassoperationen unterziehen, wenngleich der prozentuale Anteil an Klappenoperationen bei Frauen fast doppelt so hoch war wie bei Männern.

3.1.5. Schlussfolgerung zu den Ergebnissen

Es mussten sich prozentual mehr Männer als Frauen (71,0% zu 29,0%) herzchirurgischen Eingriffen unterziehen.

Dabei war in der Gesamtheit der Patienten die Altersgruppe der 60- bis 69- jährigen (37, 5%) bzw. der 70- bis 79- jährigen (31, 2%) am stärksten repräsentiert.

Die deutliche Mehrheit aller Eingriffe entfiel auf Bypassoperationen (72, 3%). Es folgten Klappeneingriffe mit 13, 9% und kombinierte Bypass-/ Klappenoperationen mit 7 8%.

Es erhielten anteilmäßig mehr Männer koronarchirurgische Eingriffe, hingegen wurden Frauen häufiger wegen Herzklappenerkrankungen operiert.

3.2. Vergleich der Jahrgänge 1997, 1998, 1999 und 2000

Von insgesamt 3170 gültig erfassten Eingriffen entfielen 678 (21, 4%) auf das Jahr 1997, 890 (28, 1%) auf 1998, 895 (28, 2%) auf 1999 und 707 (22, 3%) Eingriffe auf das Jahr 2000.

3.2.1. Vergleich der Jahrgänge 1997, 1998, 1999 und 2000 hinsichtlich präoperativer Parameter

Zur Charakterisierung diente neben dem Alter und Geschlecht der Patienten und der Art der Eingriffe auch der Schweregrad der Herzerkrankung bei Operationseinleitung als Parameter.

Es wurde unterschieden, ob der Patient kardiologisch stabil war, ob die Indikation zur notfallmäßigen Operation gestellt war und wie hoch die linksventrikuläre Auswurfleistung des Herzens war.

3.2.1.1. Geschlecht der Patienten

Im Jahr 1997 wurden von 669 gültig in der Statistik geführten Eingriffen 488 (72, 9%) an Männern, 181 (27, 1%) an Frauen durchgeführt. Im Jahr 1998 lag die Verteilung bei 593 (68, 1%) Eingriffen an Männern und 181 (31, 9%) an Frauen, bei insgesamt 871 Operationen. In den Jahren 1999 bzw. 2000 verteilten sich 882 bzw. 703 Eingriffe auf 626 (71, 0%) bzw. 513 (73, 0%) Männer und 256 (29, 0%) bzw. 190 (27, 0%) auf Frauen.

Abbildung 4 verdeutlicht die Überzahl männlicher herzchirurgischer Patienten.

Ergebnisse

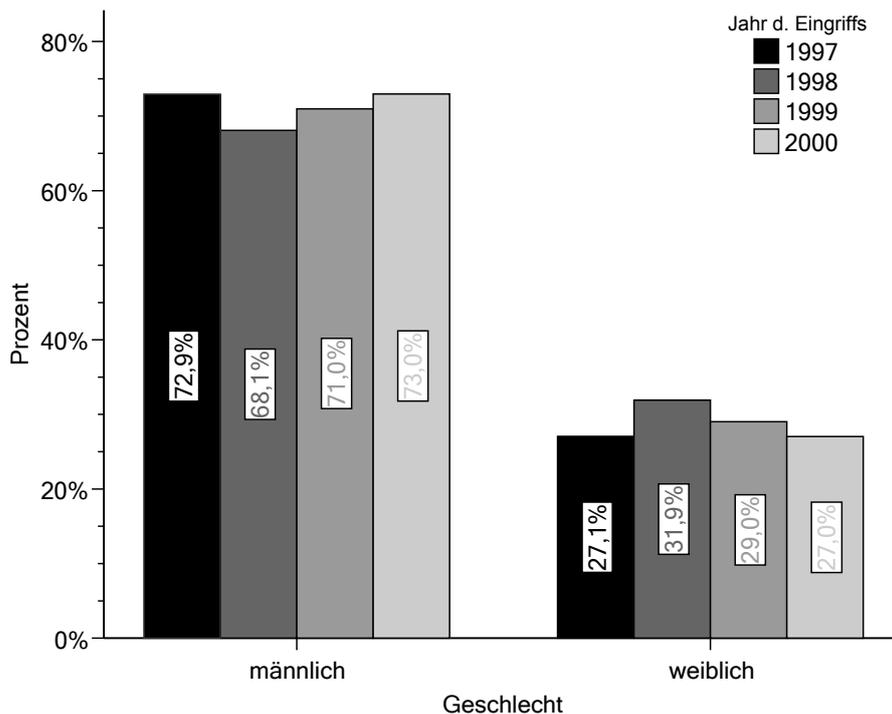


Abb. 4: Darstellung der Geschlechtsverteilung in den Jahren 1997 bis 2000

3.2.1.2. Alter der Patienten

Die statistische Verteilung hinsichtlich des Alters der Patienten zeigt die tabellarische Übersicht. Die Patienten wurden den definierten Altersgruppen zugeordnet.

Tab. 2: Häufigkeitsverteilung der Patienten hinsichtlich ihres Alters im Jahr 1997:

<u>Altersgruppe</u>	<u>Häufigkeit</u>	<u>Prozent</u>
bis 39 Jahre	16	2,4
40 - 49 Jahre	51	7,5
50 - 59 Jahre.	154	22,7
60 - 69 Jahre	252	37,2
70 - 79 Jahre	196	29,0
80 - 89 Jahre	8	1,2
ab 90 Jahre	0	0
<u>Gesamt</u>	<u>677</u>	<u>100,0</u>

Ergebnisse

Das Durchschnittsalter im Jahr 1997 betrug 63, 1 Jahre.

Tab. 3: Häufigkeitsverteilung der Patienten hinsichtlich ihres Alters im Jahr 1998:

<u>Altersgruppe</u>	<u>Häufigkeit</u>	<u>Prozent</u>
bis 39 Jahre	16	2, 5
40 - 49 Jahre	40	4, 6
50 - 59 Jahre.	181	20, 8
60 - 69 Jahre	320	36, 7
70 - 79 Jahre	276	31, 7
80 - 89 Jahre	31	3, 6
ab 90 Jahre	2	0, 2
<u>Gesamt</u>	<u>872</u>	<u>100, 0</u>

Das Durchschnittsalter im Jahr 1998 betrug 64, 2 Jahre.

Tab. 4: Häufigkeitsverteilung der Patienten hinsichtlich ihres Alters im Jahr 1999:

<u>Altersgruppe</u>	<u>Häufigkeit</u>	<u>Prozent</u>
bis 39 Jahre	5	2, 7
40 - 49 Jahre	9	4, 8
50 - 59 Jahre	33	17, 7
60 - 69 Jahre	74	39, 8
70 - 79 Jahre	54	29,0
80 - 89 Jahre	9	4, 8
ab 90 Jahre	2	1, 1
<u>Gesamt</u>	<u>186</u>	<u>100, 0</u>

Ergebnisse

Das Durchschnittsalter im Jahr 1999 betrug 65, 3 Jahre.

Tab. 5: Häufigkeitsverteilung der Patienten hinsichtlich ihres Alters im Jahr 2000:

<u>Altersgruppe</u>	<u>Häufigkeit</u>	<u>Prozent</u>
bis 39 Jahre	10	1, 4
40 - 49 Jahre	35	5, 0
50 - 59 Jahre	122	17,3
60 - 69 Jahre	268	38, 0
70 - 79 Jahre	235	33, 3
80 - 89 Jahre	35	5, 0
ab 90 Jahre	0	0, 0
<u>Gesamt</u>	<u>705</u>	<u>100, 0</u>

Das Durchschnittsalter im Jahr 2000 betrug 65, 5 Jahre.

Zur Herausarbeitung des Ergebnisses soll die graphische Darstellung mittels Balkendiagramm dienen.

Zur Verdeutlichung wurden die Werte des Diagramms auf 100% skaliert.

Zu beachten sei die stetige Zunahme der Patientenzahl in der Altersgruppe 6 (80- 89-jährige Patienten).

Ergebnisse

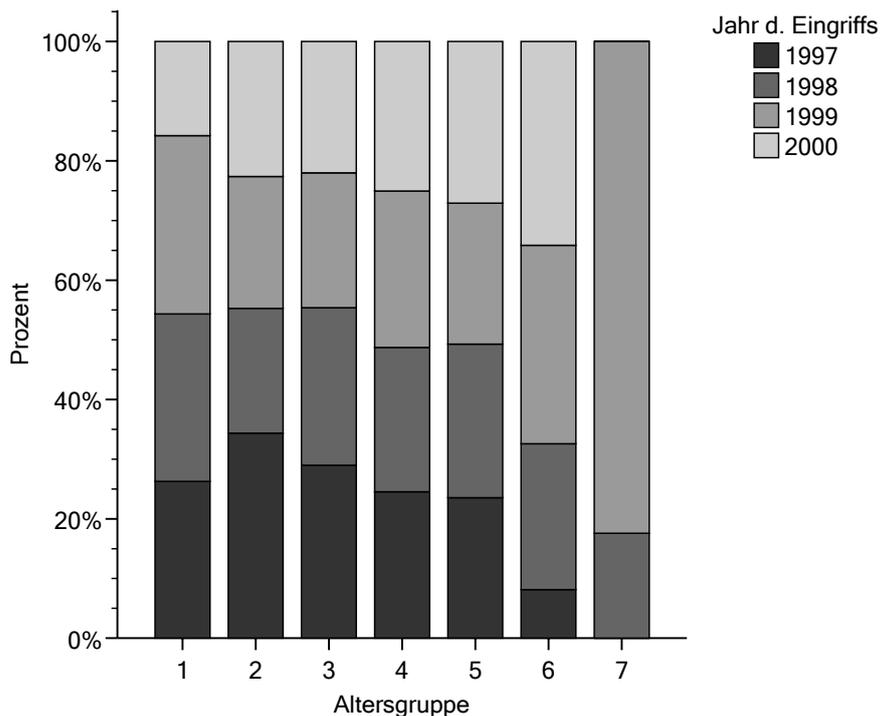


Abb. 5: Graphische Darstellung der Altersverteilung in den Jahren 1997 bis 2000

Legende:

Altersgruppe 1	von 10 bis 39 Jahre
Altersgruppe 2	von 40 bis 49 Jahre
Altersgruppe 3	von 50 bis 59 Jahre
Altersgruppe 4	von 60 bis 69 Jahre
Altersgruppe 5	von 70 bis 79 Jahre
Altersgruppe 6	von 80 bis 89 Jahre
Altersgruppe 7	ab 90 Jahre

3.2.1.3. Durchgeführte Eingriffe

Die Veränderung in der Häufigkeitsverteilung der durchgeführten Eingriffe im Verlauf der vier Jahre zeigen die folgenden Diagramme auf.

Im Laufe der Jahre zeigte sich ein Zuwachs von Klappeneingriffen und kombinierten Klappen-/ Bypassoperationen bei tendenziell sinkenden Bypassoperationen.

Ergebnisse

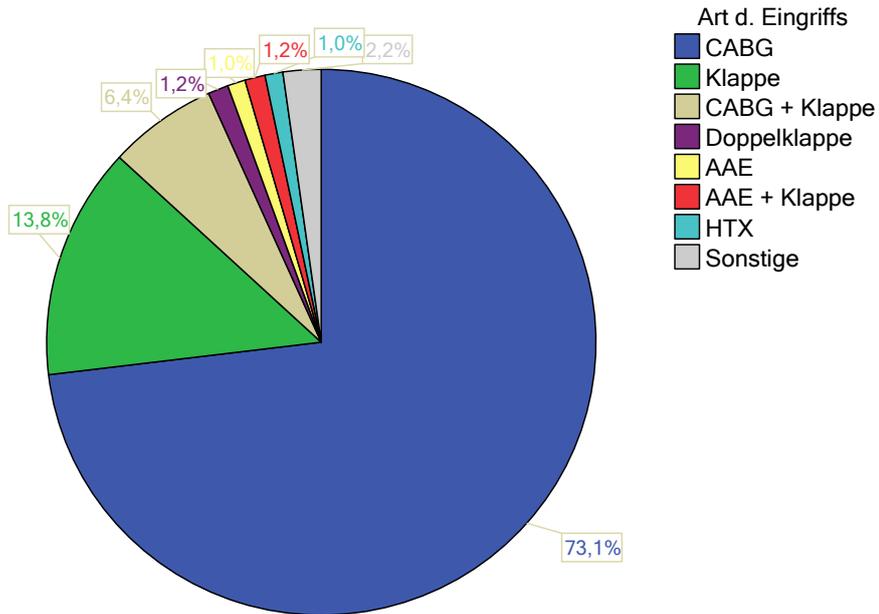


Abb. 6: Prozentuale Häufigkeit durchgeführter Eingriffe im Jahr 1997

Legende:

CABG Coronary Artery Bypass Graft

AAE Aorta- Ascendens- Ersatz

HTX Herztransplantation

Ergebnisse

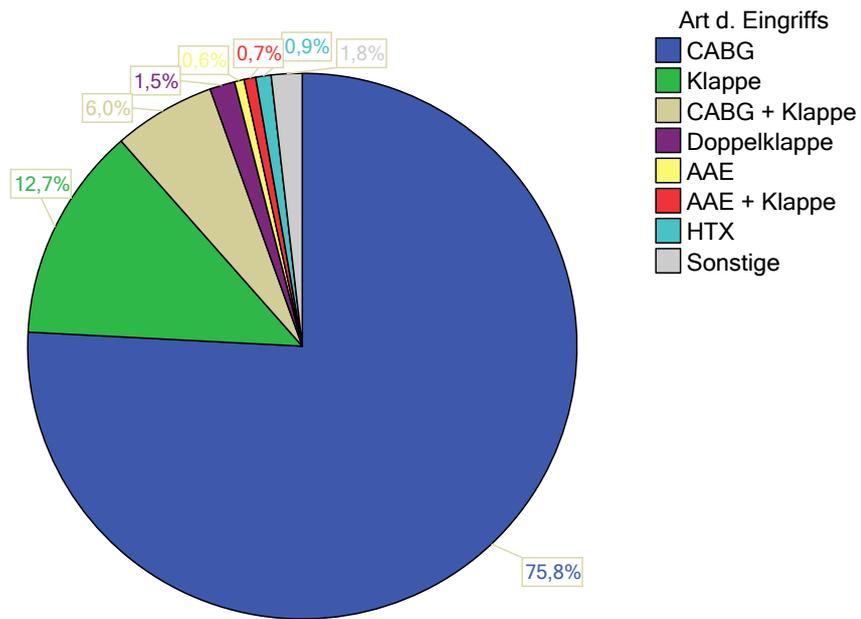


Abb. 7: Prozentuale Häufigkeit durchgeführter Eingriffe im Jahr 1998

Legende:

CABG	Coronary Artery Bypass Graft
AAE	Aorta- Ascendens- Ersatz
HTX	Herztransplantation

Ergebnisse

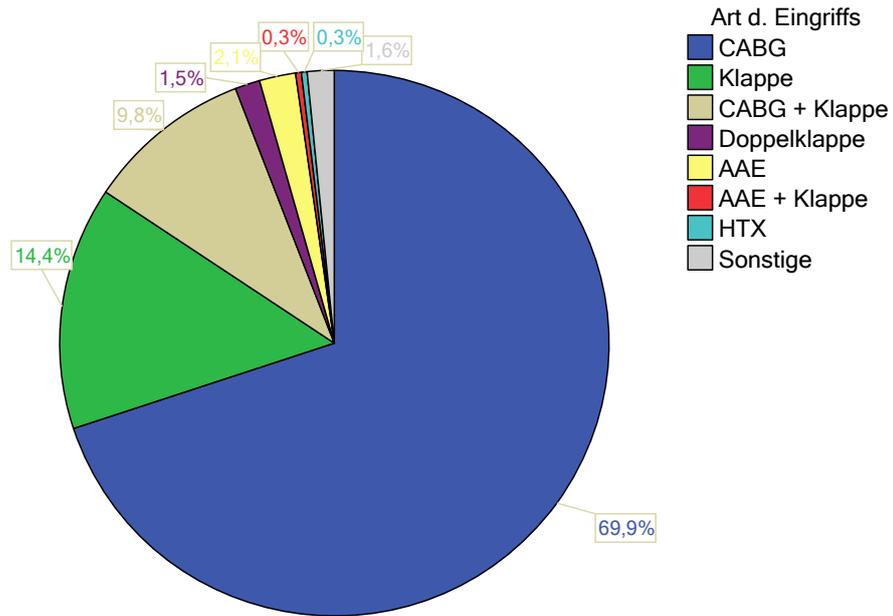


Abb. 8: Prozentuale Häufigkeit durchgeführter Eingriffe im Jahr 1999

Legende:

CABG	Coronary Artery Bypass Graft
AAE	Aorta- Ascendens- Ersatz
HTX	Herztransplantation

Ergebnisse

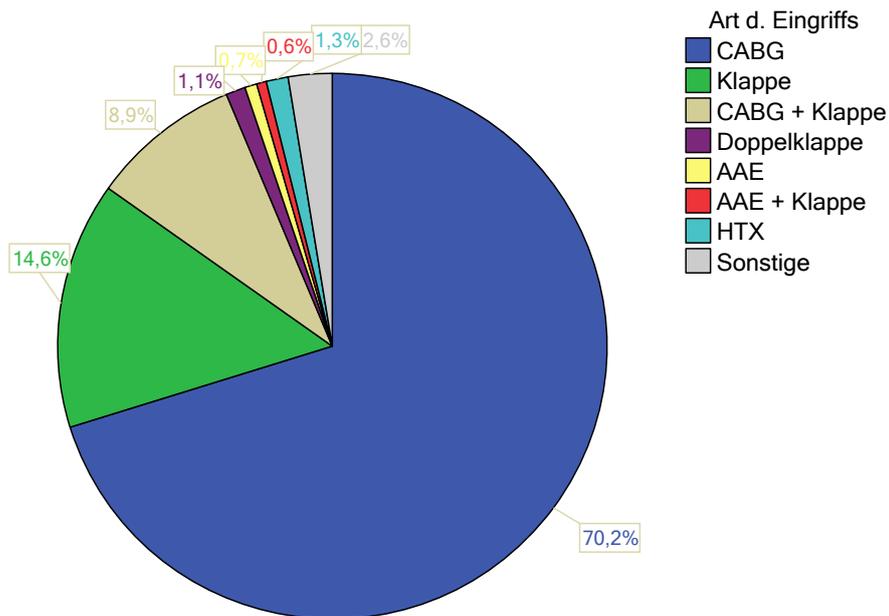


Abb. 9: Prozentuale Häufigkeit durchgeführter Eingriffe im Jahr 2000

Legende:

CABG	Coronary Artery Bypass Graft
AAE	Aorta- Ascendens- Ersatz
HTX	Herztransplantation

3.2.1.4. Operation bei instabilem Zustand des Patienten

Von 3133 gültig erfassten Eingriffen zeigten sich 518 (16,5%) Patienten bei Operationsbeginn in instabilen Zustand.

Als instabil wurde der Patient mit akutem Koronarsyndrom unter kontinuierlicher Nitroglycerin- und Heparintherapie, bzw. der Patient mit Endokarditis und akuter Emboliegefahr eingestuft.

Ein prozentualer Rückgang dieser Zahlen über den Verlauf der vier Jahre fällt auf.

So wurden im Jahr 1997 153 (22,7%) Patienten in instabilen Zustand operiert, 1998 160 (18,1%), 1999 138 (15,8%) und im Jahr 2000 nur noch 67 (9,6%) Patienten.

3.2.1.5. Durchgeführte Notfalleingriffe

Als Kriterien für Notfalleingriffe gelten Akutbehandlung bei myokardialem Ereignis (persistierende Angina Pectoris trotz maximaler intravenöser Nitratgabe oder nach Aufdehnung mit Ballonkatheter), hämodynamische Instabilität bzw. Schock und lebensrettende Maßnahme (Herzstillstand mit Wiederbelebung unmittelbar vor Operation) (1, 20). Von 3143 gültig gewerteten Eingriffen wurden 190 (6,0%) Notfalloperationen durchgeführt.

Im Jahresvergleich lagen die Zahlen bei 1997 43 (6,4%) Notfalloperationen, 1998 bei 61 (6,9%), 1999 bei 59 (6,6%) und 2000 bei 27 (3,9%) Eingriffen unter genannten Bedingungen.

3.2.1.6. Präoperative linksventrikuläre Auswurffraktion

Als letzter Parameter geht in die Darstellung der präoperativen Datenerhebung die prozentuale Auswurfleistung des Herzens ein.

Eine präoperativ linksventrikuläre Auswurfleistung von weniger als 40% wird in der Literatur (19, 26, 28) als Kriterium für eine systolische Herzinsuffizienz gewertet und ist ein wichtiges Kriterium für die Einschätzung des Operationsrisikos (1, 26, 28)

Ergebnisse

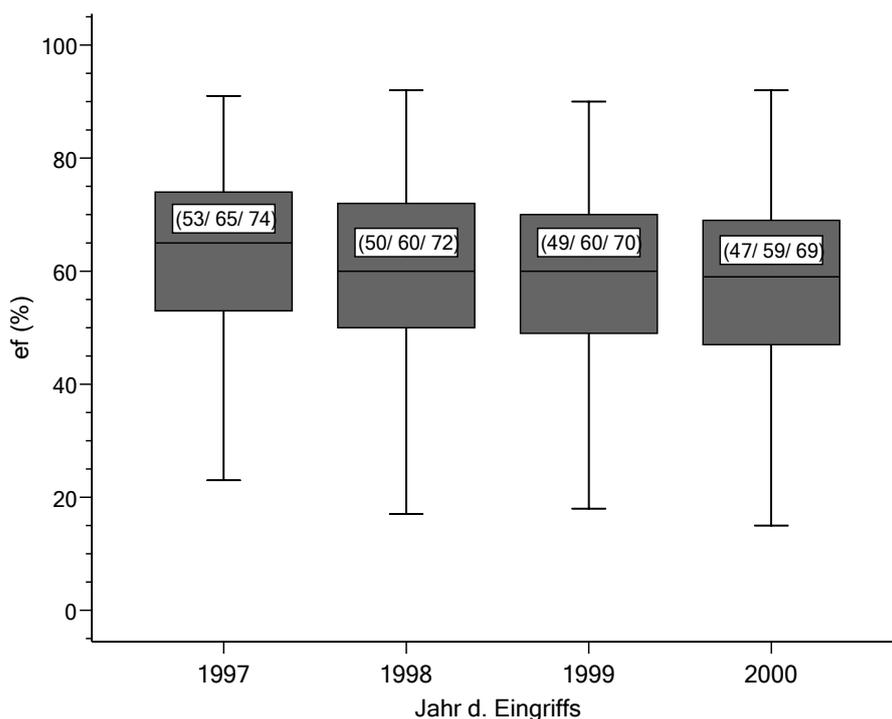


Abb. 10: Vergleich der präoperativen Auswurfleistung des Herzens in den Jahren 1997 bis 2000

Legende:

ef Ejektionsfraktion

Zu beobachten war eine signifikante Abnahme der medianen linksventrikulären Auswurfleistung operierter Patienten der Jahre 1998 bis 2000 gegenüber 1997. Eine Tendenziell weiteres Sinken der präoperativen linksventrikulären Auswurfleistung zeichnete sich im Jahr 2000 ab.

Das Testergebnis war im Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$). Signifikante Unterschiede bestanden im Vergleich der Jahre 1997 zu 1998, 1997 zu 1999 und 1997 zum Jahr 2000.

3.2.2. Vergleich der Jahrgänge 1997, 1998, 1999 und 2000 hinsichtlich intra- und postoperativer Parameter

Im folgenden Abschnitt wurden analog die unter 2.2.3. aufgeführten intra- und postoperativ erhobenen Parameter analysiert.

3.2.2.1. Extrakorporale Zirkulationsdauer

Die durchschnittliche Dauer des kardiopulmonalen Bypasses im Verlauf der vier Jahre zeigt die folgende Grafik:

Ergebnisse

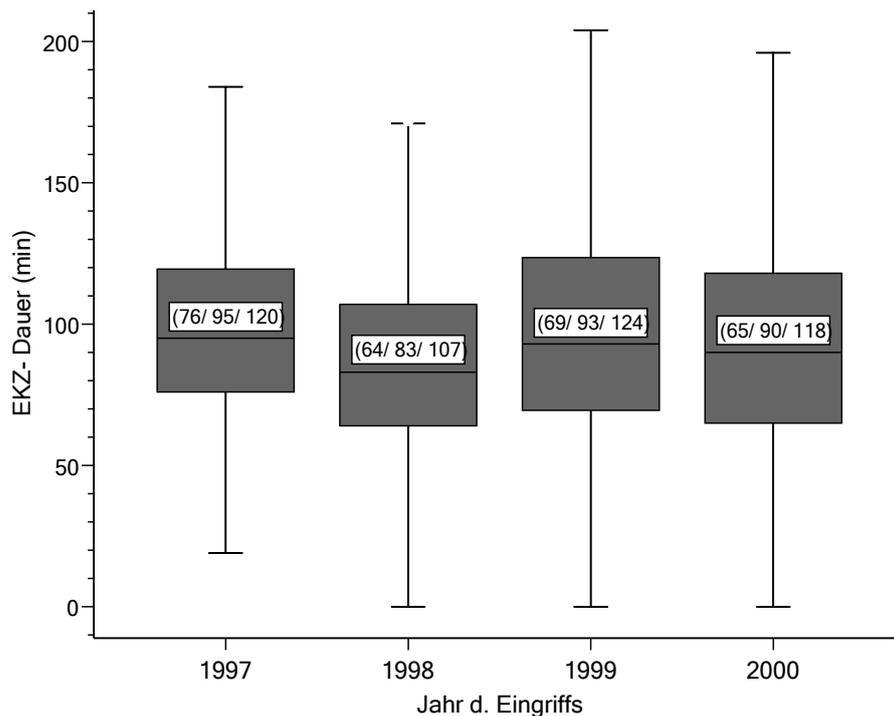


Abb. 11: Vergleich der Dauer des kardiopulmonalen Bypasses in den Jahren 1997 bis 2000:

Legende:

EKZ Extrakorporale Zirkulation

Der Verlauf der medianen extrakorporalen Zirkulationsdauer in den vier beobachteten Jahren zeigte ein uneinheitliches Bild, aber mit Trend zu kürzeren EKZ- Zeiten. Das Testergebnis war im Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant ($p < 0, 001$).

Der Paarvergleich ergab statistische Signifikanz mit Ausnahme der Gegenüberstellung des Jahres 1997 mit 1999.

3.2.2.2. Aortale Abklemmzeit in Minuten

Die Entwicklung der medianen aortalen Abklemmzeit im Verlauf der vier Jahre verdeutlicht folgendes Diagramm.

Ergebnisse

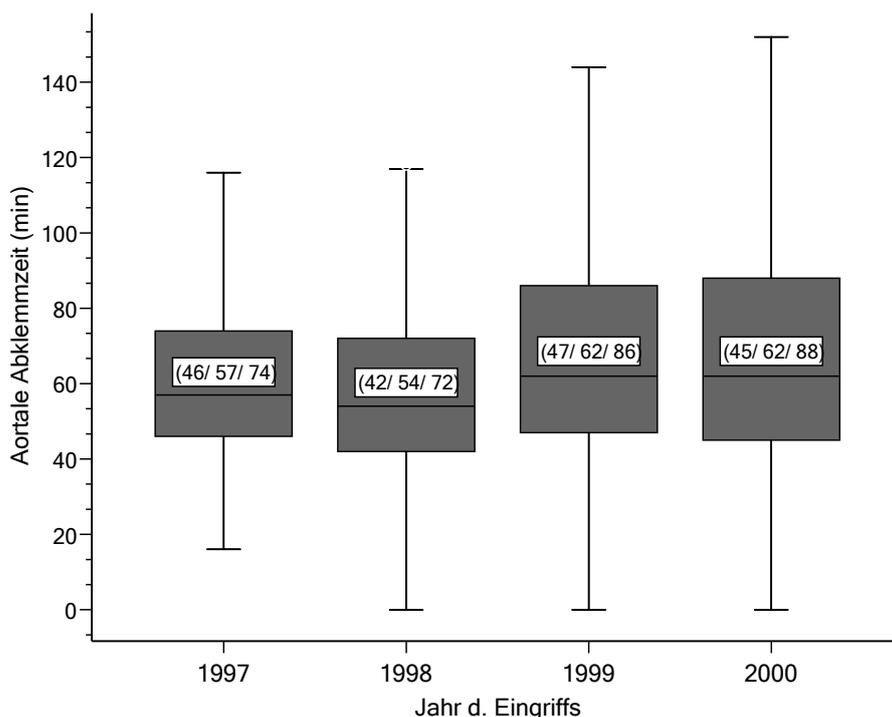


Abb. 12: Vergleich der aortalen Abklemmzeit in den Jahren 1997 bis 2000

Zu bemerken sei eine Zunahme des Medianwertes der aortalen Abklemmzeit in 1999 und 2000 gegenüber den Vorjahren.

Das Testergebnis war im Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Der Paarvergleich bestätigte die statistische Signifikanz für das Jahr 1997 gegenüber 1999 und 2000, und für das Jahr 1998 gegenüber 1999 und 2000.

3.2.2.3. Simplified Acute Physiology Scores (SAPS)

Der täglich erhobene Punktwert des SAPS dient zur Abschätzung des aktuellen physiologischen Status des Patienten. Er ist ein Risiko- Score zur Vorhersage der Überlebenswahrscheinlichkeit von Patienten.

Als Parameter gehen in die Berechnung ein: Herzfrequenz, systolischer Blutdruck, Körpertemperatur, PaO_2/FiO_2 , Urinausfuhr, Serumkalium und -natrium, Leukozyten, Serumbikarbonat und -bilirubin.

Als weitere Variablen sind chronisches Leiden, Aufnahmezustand und Alter des Patienten aufzunehmen.

Anhand festgelegter Tabellen werden für genannte Parameter Punktwerte vergeben, wobei jeweils die schlechtesten Werte innerhalb der vergangenen 24 Stunden gewertet werden.

Ergebnisse

Die endgültige Summe setzt sich aus den erhobenen Werten der Belegungstage zusammen, d. h. der Aufnahmetag geht in die Berechnung mit ein, hingegen der Verlegungstag nicht (9, 29).

Es folgt die Gegenüberstellung der im Median erhobenen summierten Punktwerte des SAPS im Laufe der vier Jahre.

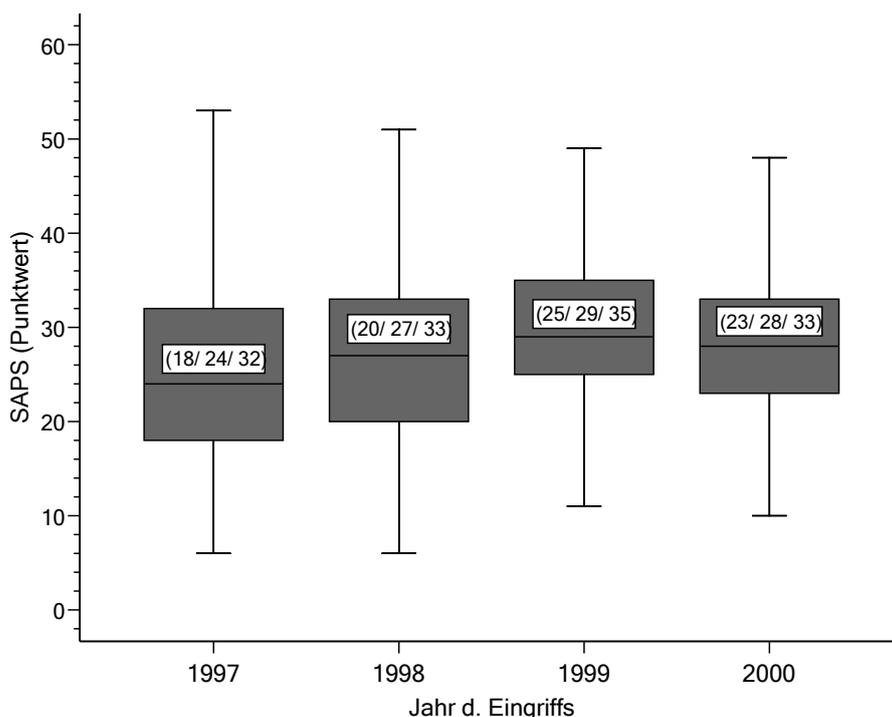


Abb. 13: Punktwerte des Simplified Acute Physiology Scores in den Jahren 1997 bis 2000

Legende:

SAPS Simplified Acute Physiology Score

Es war ein Ansteigen des Punktwertes des Simplified Acute Physiology Scores im Laufe der Jahre 1997 bis 1999 zu beobachten. Im Jahr 2000 zeichnete sich ein Sinken des SAPS- Punktwertes ab.

Das Testergebnis war im Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Auch der Paarvergleich der einzelnen Jahre untereinander mittels Mann- Whitney- U- Test ergab statistische Signifikanz.

3.2.2.4. Therapeutic Intervention Scoring Systems (TISS)

Der TISS dient zur Erfassung von Aufwandspunkten der intensivmedizinischen Komplexbehandlung.

Ergebnisse

Grundlage des TISS ist ein Katalog von 28 aufwändigen Leistungen bei intensivpflichtigen Patienten, welche täglich erfasst werden und pro Belegungstag addiert werden. Als häufigste Parameter gehen in die Erhebung ein: apparative Beatmung, Infusion multipler Katecholamine, Flüssigkeitsersatz in hohen Mengen, peripherer arterieller Katheter, Linksvorhof-/ Pulmonalkatheter, Hämofiltration/ Dialyse, intrakranielle Druckmessung, Behandlung einer metabolischen Azidose/ Alkalose, spezielle Interventionen auf Intensivstation (Intubation, Pleuradrainage, Abdominallavage o. ä.) und Aktionen außerhalb der Station (z. B. radiologische Untersuchungen, Herzkatheter) (9, 35).

Somit widerspiegelt die Summe der täglich erhobenen Punktwerte des TISS den Pflegeaufwand für jeden einzelnen Patienten.

Die Entwicklung des Parameters in den Jahren 1997 bis 2000 veranschaulicht die Grafik.

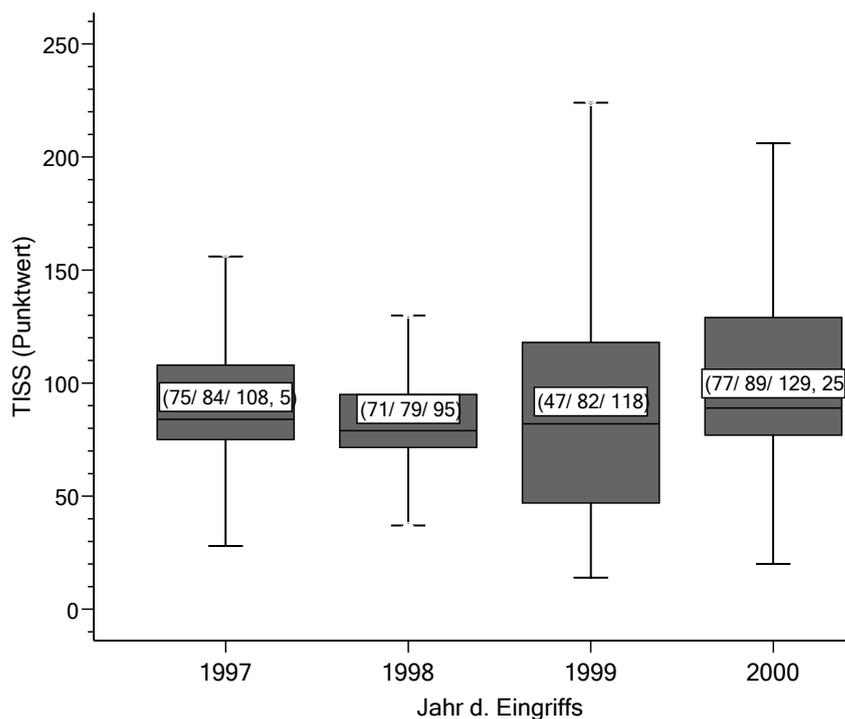


Abb. 14: Punktwert des Therapeutic Intervention Scoring Systems in den Jahren 1997 bis 2000

Legende:

TISS Therapeutic Intervention Scoring System

Nach anfänglichem Sinken der Punktwerte des Therapeutic Intervention Scoring Systems im Jahr 1998 gegenüber 1997 stieg der mediane Punktwert wiederum an, im Jahr 2000 über den Ausgangswert von 1997 hinaus.

Das Testergebnis war im Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Auf Paarebene errechnete sich lediglich für den Vergleich des Jahres 1998 mit 1999 keine statistische Signifikanz.

3.2.2.5. *Beatmungsdauer*

Die Beatmungsdauer wurde in Stunden ab Aufnahme auf der Intensivstation aufgezeichnet. Im Median betrug die Beatmungsdauer 12 Stunden (8/ 12 Median/ 18).

Die Entwicklung der durchschnittlichen Beatmungsdauer in den Jahren 1997, 1998, 1999 und 2000 wird in folgendem Diagramm veranschaulicht

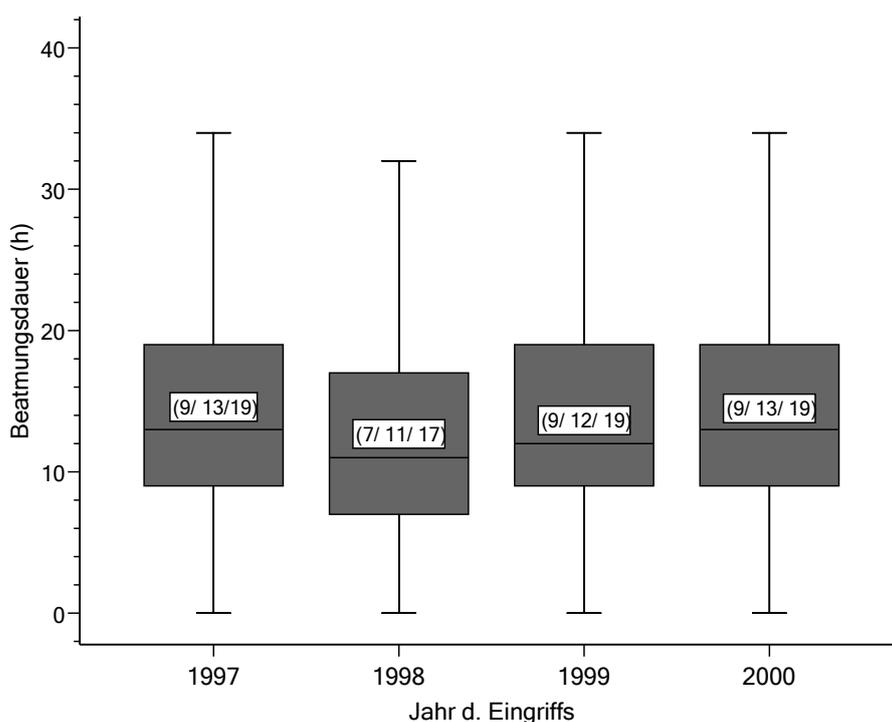


Abb. 15: Vergleich der Beatmungsdauer in den Jahren 1997 bis 2000

Nach anfänglichem signifikantem Sinken der Beatmungsdauer im Jahr 1998 gegenüber 1997 stieg der Medianwert in den Folgejahren auf das Ausgangsniveau an. Das Testergebnis war im Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Auf Paarebene galt statistische Signifikanz für die Gegenüberstellung des Jahres 1998 mit den übrigen Jahren.

3.2.2.6. Katecholamingabe

Die Indikation zur Gabe positiv inotroper Substanz wurde bei den unter 2.1.2. beschriebenen Fällen gestellt.

Zur Verfügung standen Adrenalin und Noradrenalin.

Die folgenden Tabellen veranschaulichen die Häufigkeit der Substitutionspflichtigkeit von Katecholaminen im Allgemeinen (dabei berücksichtigt die Applikation von Adrenalin und/ oder Noradrenalin), wie auch im speziellen von Adrenalin oder Noradrenalin.

Tab. 6: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Katecholaminen in den Jahren 1997 bis 2000

	katecholaminpflichtig	katecholaminfrei
1997	53, 3%	46, 7%
1998	73, 6%	26, 4%.
1999	93, 6%	6, 4%
2000	93, 0%	7, 0%

Wie aus der Tabelle ersichtlich erhielten im Laufe der vier beobachteten Jahre immer mehr Patienten Katecholamine.

Das Ergebnis war mit $p < 0,001$ im Chi- Quadrat- Test statistisch signifikant.

3.2.2.6.1. Adrenalingabe

Die Applikation von Adrenalin nahm in den Jahren 1997 bis 1999 kontinuierlich zu, konnte aber im Jahr 2000 gesenkt werden.

Tab. 7: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Adrenalin in den Jahren 1997 bis 2000

	adrenalinpflichtig	adrenalinfrei
1997	46, 6%	53, 4%
1998	62, 9%	37, 1%
1999	74, 7%	25, 3%
2000	63, 4%	36, 4%

Das Ergebnis war mit $p < 0,001$ im Chi-Quadrat-Test statistisch signifikant.

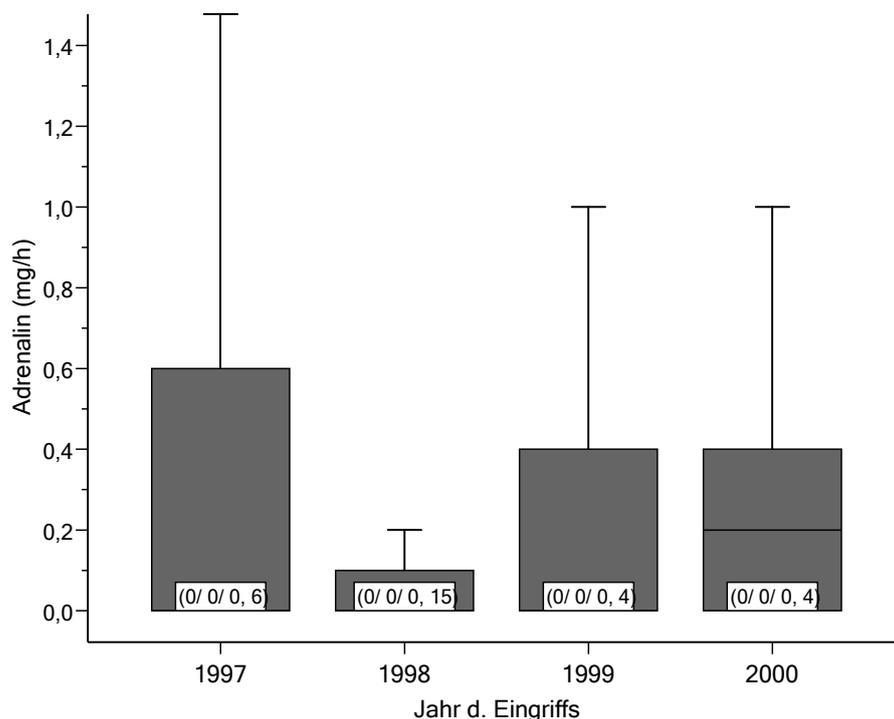


Abb. 16: Vergleich der durchschnittlichen verabreichten Maximaldosis von Adrenalin

Bei Betrachtung der durchschnittlich verabreichten Maximaldosis fällt ein Anstieg des Medianwertes im Jahr 2000 an. Das Testergebnis war im Kruskal-Wallis-Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Kein statistischer Unterschied lag für die Paarvergleiche der Jahre 1997 mit 2000 und 1998 mit 1999 vor.

3.2.2.6.2. Noradrenalingabe

Tab. 8: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Noradrenalin in den Jahren 1997 bis 2000:

	noradrenalinpflichtig	noradrenalinfrei
1997	31,0%	69,0%
1998	53,6%	46,4%
1999	86,5%	13,5%
2000	89,6%	10,4%

Auch Noradrenalin wurde im Laufe der Jahre prozentual häufiger verabreicht. Das Ergebnis war mit $p < 0,001$ im Chi-Quadrat-Test statistisch signifikant.

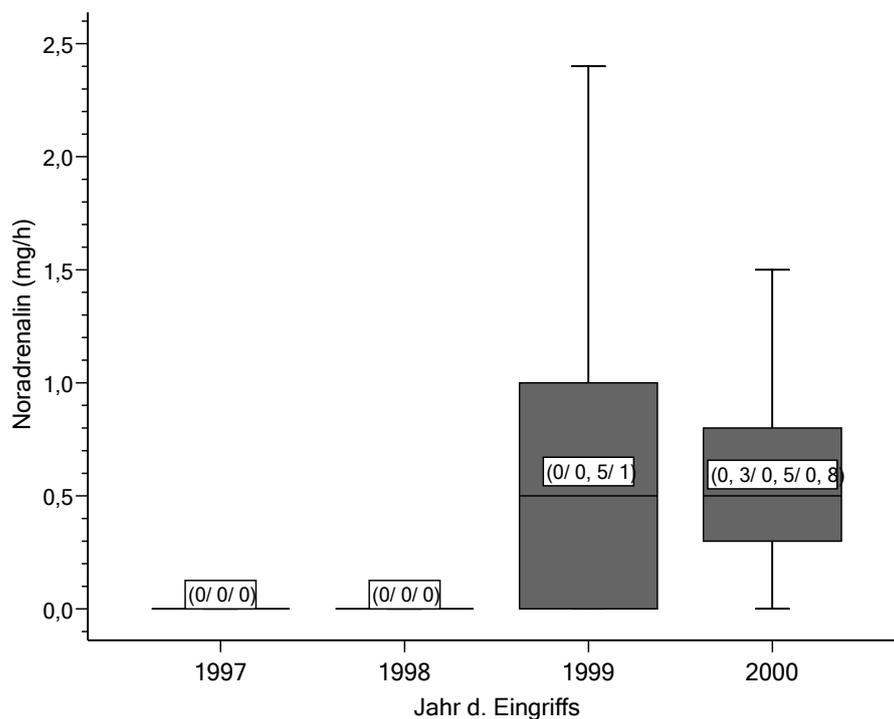


Abb. 17: Vergleich der verabreichten Maximaldosis von Noradrenalin:

In den Jahren 1997 und 1998 wurde im Allgemeinen kein oder sehr wenig Noradrenalin verabreicht. In den Folgejahren stellte sich ein höherer Noradrenalinbedarf ein.

Das Testergebnis war im Kruskal-Wallis-Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Dabei bestand kein signifikanter Unterschied in der Gegenüberstellung des Jahres 1999 mit dem Jahr 2000. Die weiteren Vergleichspaare stellten sich als signifikant dar.

3.2.2.7. Blutprodukte

Die Datenerhebung erfasste die sowohl intra- wie auch postoperativ verabreichte Anzahl an Blutkonserven. In der statistischen Berechnung wurde die Menge an intra- und postoperative verabreichten Blutkonserven zusammengefasst. Unterschieden wurde nach Erythrozyten-, Fresh-Frozen-Plasma-, und Thrombozyten-Konzentraten.

3.2.2.7.1. Erythrozytenkonzentrate

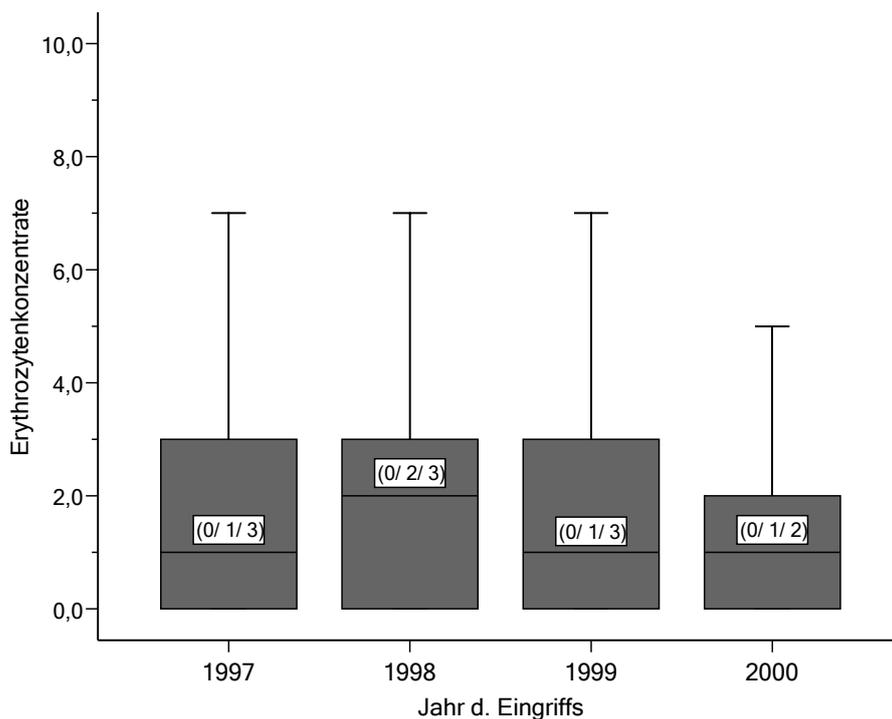


Abb. 18: Anzahl verabreichter Erythrozytenkonzentrate

Nach anfänglichem Steigen der Zahl transfundierter Erythrozytenkonzentrate (1997 zu 1998) sank der Medianwert seit 1999 wieder ab.

Das Testergebnis war im Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Das Jahr 2000 zeichnete sich als statistisch signifikant gegenüber den Vorjahren ab.

3.2.2.7.2. Fresh- Frozen- Plasmakonzentrate

Der Vergleich der durchschnittlich transfundierten Anzahl von Fresh- Frozen- Plasma- Konzentraten ergab für Median und Quartile Werte von jeweils (0/ 0 (Median)/ 0).

Somit war die mediane Zahl transfundierter Fresh- Frozen- Plasma- Konzentrate für das Gesamtkollektiv in allen Jahren sehr niedrig.

Das Ergebnis war mit $p = 0,017$ im Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant. Auf Paarebene konnte nur im Vergleich des Jahres 1999 mit 2000 ein signifikanter Zusammenhang ermittelt werden.

3.2.2.7.3. *Thrombozytenkonzentrate*

Der Vergleich der durchschnittlich postoperativ verabreichten Anzahl an Thrombozytenkonzentraten ergab für Median und Quartile Werte von jeweils (0/ 0 (Median)/ 0).

Das Ergebnis war mit $p= 0, 011$ im Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant. Auf Paarebene konnte im Vergleich des Jahres 1999 mit 1997 und 2000 ein signifikanter Zusammenhang ermittelt werden. Auf die graphische Darstellung wurde verzichtet.

3.2.2.8. *Laktatwerte*

Grundlage der Berechnung war der höchste gemessene Laktatwert während des Aufenthaltes auf der Intensivstation.

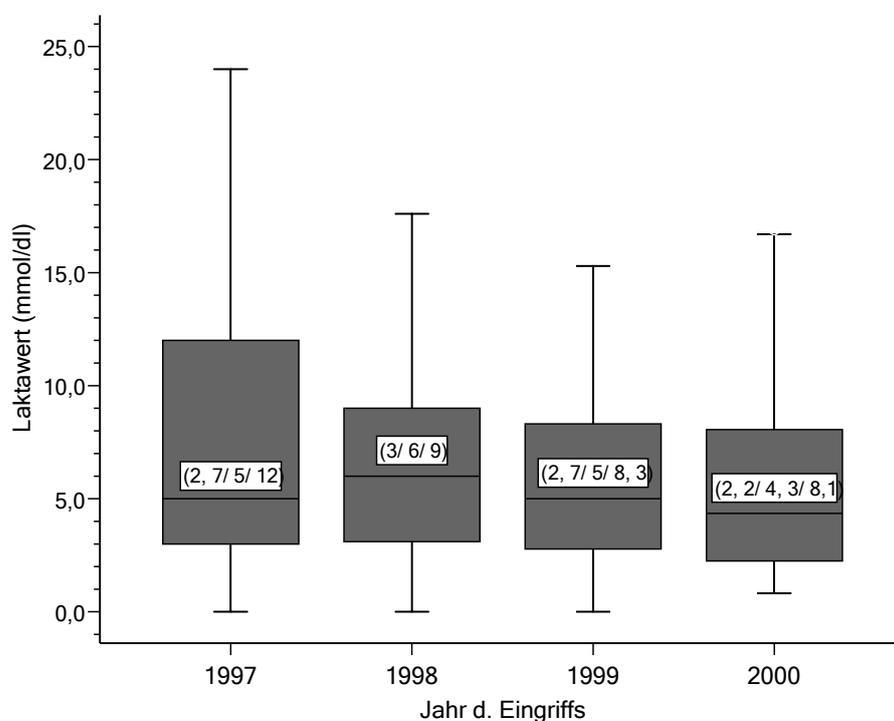


Abb. 19: Vergleich der Laktatwerte in den Jahren 1997 bis 2000

Demnach fiel die mediane Laktatkonzentration nach primärem Ansteigen im Jahr 1998 kontinuierlich bis unter den Ausgangswert des Jahres 1997 ab.

Das Testergebnis war im Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant ($p < 0, 001$). Auf Paarebene ergab der Vergleich des Jahres 2000 mit den Jahren 1998 und 1999 im Mann- Whitney- U- Test einen signifikanten Zusammenhang.

3.2.2.9. Intensivdauer

Die durchschnittliche Verweildauer der Patienten auf der Intensivstation wurde in Tagen angegeben. Dabei galt der Operationstag als erster Intensivtag.

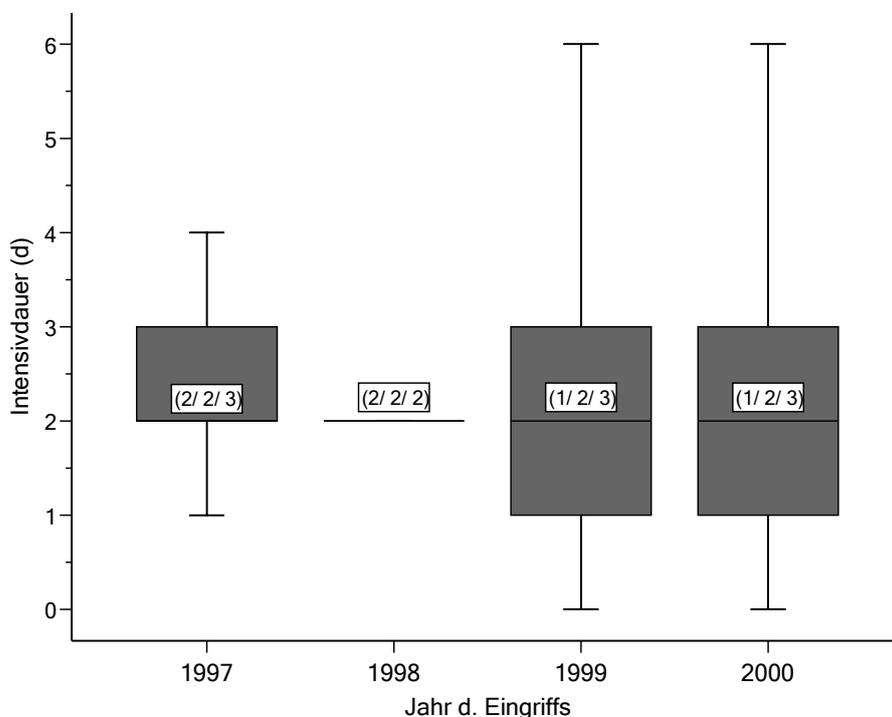


Abb. 20: Verweildauer auf Intensivstation in den Jahren 1997 bis 2000

Die mediane Verweildauer auf Intensivstation errechnete sich für alle vier Jahre auf zwei Tage. In den Jahren 1999 und 2000 zeichnete sich ein Patientenkollektiv zwischen der 25%- und 50%- Quartile eine Tendenz zur Verlegung am ersten postoperativen Tag ab.

Das Testergebnis war im Median- und Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$). Im Vergleich der Jahre untereinander ergab sich außer für den Paarvergleich des Jahres 1998 mit 2000 statistische Signifikanz.

In einer weiteren Klassifizierung soll die absolute Verweildauer auf Intensivstation in den 4 Jahren aufgeführt werden. Dabei wurde das Patientengut nach einer jeweiligen Verweildauer von 0 Tage, 1Tag, 2 Tage, 3 bis 5 Tage, 6 bis 7 Tage, 8 bis 14 Tage, 15 bis 28 Tage bzw. länger als 28 Tage auf Intensivstation eingeteilt.

Tab. 9: Absolute Intensivdauer im Jahr 1997

<u>Intensivdauer</u>	<u>Häufigkeit</u>	<u>Prozent</u>
0 Tage	6	0,9
1 Tag	45	6,8
2 Tage	445	66,8
3- 5 Tage	113	17,0
6- 7 Tage	17	2,6
8- 14 Tage	25	3,8
15- 28 Tage	9	1,4
> 28 Tage	6	0,9

Tab. 10: Absolute Intensivdauer im Jahr 1998:

<u>Intensivdauer</u>	<u>Häufigkeit</u>	<u>Prozent</u>
Tage	5	0,6
1 Tag	163	19,0
2 Tage	501	58,5
3- 5 Tage	117	13,7
6- 7 Tage	26	3,0
8- 14 Tage	24	2,8
15- 28 Tage	15	1,8
> 28 Tage	5	0,6

Ergebnisse

Tab. 11: Absolute Intensivdauer im Jahr 1999:

<u>Intensivdauer</u>	<u>Häufigkeit</u>	<u>Prozent</u>
0 Tage	1	0, 1
1 Tag	289	33, 3
2 Tage	350	40, 3
3- 5 Tage	152	17, 5
6- 7 Tage	30	3, 5
8- 14 Tage	21	2, 4
15- 28 Tage	17	2, 0
> 28 Tage	8	0, 9

Tab. 12: Absolute Intensivdauer im Jahr 2000:

<u>Intensivdauer</u>	<u>Häufigkeit</u>	<u>Prozent</u>
0 Tage	4	0, 6
1 Tag	185	26, 9
2 Tage	282	40, 9
3- 5 Tage	137	19, 9
6- 7 Tage	28	4, 1
8- 14 Tage	21	3, 0
15- 28 Tage	26	3, 8
> 28 Tage	6	0, 9

Die Werte sind in folgendem Diagramm graphisch dargestellt.

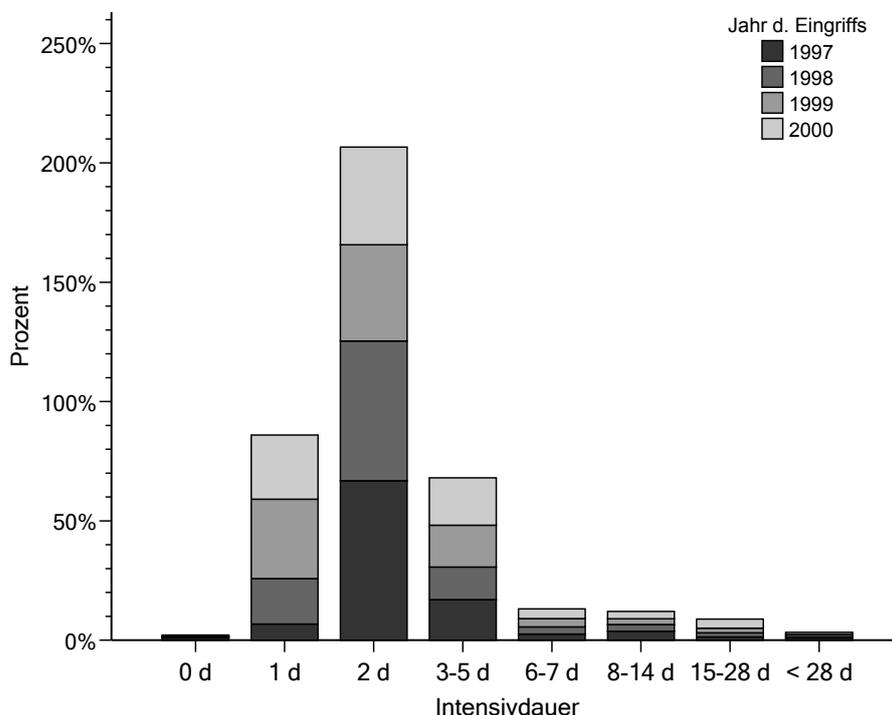


Abb. 21: Absolute Verweildauer auf Intensiv in den Jahren 1997 bis 2000

Zu beachten sei die deutliche Zunahme der Verlegung am ersten postoperativen Tag in den Jahren 1999 und 2000 gegenüber den Vorjahren.

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test mit $p < 0,001$ statistisch signifikant.

3.2.2.10. Infektionen

In die statistische Auswertung wurden Infekte wie Wundinfekte, katheterassoziierte Infekte, Pneumonien und Harnwegsinfekte aufgenommen.

Für das Jahr 1997 wurde die Infektionshäufigkeit als Variable in der Statistik nicht geführt und ist somit für dieses Jahr nicht beurteilbar.

So wurde im Jahr 1998 bei 86 (9,7%) Patienten postoperativ eine Infektion nachgewiesen, im Jahr 1999 bei 61 (6,8%) Patienten. Im Jahr 2000 lag die Zahl bei 68 (9,6%) nachgewiesenen Infektionen.

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test mit $p < 0,001$ statistisch signifikant.

3.2.3. Schlussfolgerung zu den Ergebnissen

Die Auswertung der demographischen Daten Geschlecht, Alter, Eingriffe zeigte keinen nennenswerten Unterschied im Vergleich der vier Studienjahre auf.

Die errechneten Prozentanteile bewegten sich ohne größere Abweichung um den gemittelten Wert der vier Jahre (vgl. 3. 1.).

Nach einem Anstieg in den Jahren 1998 und 1999 war die Zahl durchgeführter Operationen (890 bzw. 895 Operationen) im Jahr 2000 (707) wieder rückläufig.

Hierbei ging der Anteil von Operationen in instabilem Zustand von 22,7% der Fälle im Jahr 1997 auf 9,6% im Jahr 2000 zurück.

Die Zahl der Notfalloperationen sank 2000 auf 3,9% im Vergleich zu den Vorjahren mit einem Anteil von 6,4 und 6,6%.

Im Verlauf der vier Jahre wurden zunehmend Patienten mit niedriger präoperativer linksventrikulärer Auswurfleistung operiert.

Die erhobenen Werte des Simplified Acute Physiology Scores und des Therapeutic Intervention Scoring Systems fielen nach einer Zunahme bis zum Jahr 1999 im Jahr 2000 leicht ab.

Es fand sich ein Trend zu Operationen mit längerer extrakorporaler Zirkulationsdauer und längerer aortaler Abklemmzeit, welches für eine zunehmende Komplexität der Eingriffe spricht.

Die mechanische Beatmungsdauer stieg seit 1998 kontinuierlich an.

Auch eine zunehmende Katecholaminpflichtigkeit und Steigerung der Maximaldosis der Katecholamine konnte im Verlauf der Jahre beobachtet werden.

Hingegen war ein Sinken der maximalen Laktatwerte von 1998 zu verzeichnen.

Es war zu beobachten, dass in den Jahren 1999 und 2000 ein größerer Anteil Patienten innerhalb eines Tages von der Intensivstation auf Normalstation verlegt wurde. In den Vorjahren wurde das Gros der Patienten erst am zweiten postoperativen Tag verlegt.

Die übrigen Werte zeigten keinen einheitlichen Trend.

3.3. Spezifische Problemstellungen

Im folgenden Abschnitt soll geprüft werden, ob das Operationsrisiko anhand präoperativ bekannter Risikofaktoren vorhergesagt werden kann.

Als Risikofaktoren wurden aus der Fachliteratur geläufige Parameter herangezogen.

3.3.1. Linksventrikuläre Auswurffraktion des Herzens

Ein systolisches Herzversagen ist nach Jessup und Brozena (19) vor allem charakterisiert durch eine verminderte linksventrikuläre Auswurffraktion unter 40%.

Studien zum postoperativen Verlauf bei Patienten mit schlechter Auswurfleistung belegen ein erhöhtes Risiko zur Entwicklung eines postoperativen Systemic Inflammatory Response Syndromes (SIRS) (26) und damit vermehrter postoperativer Komplikationen (1, 19, 26, 28).

Anlehnend an diese Veröffentlichungen wurde das Patientengut in eine Gruppe mit einer präoperativen Auswurfleistung von größer 40% und in eine Gruppe mit einer präoperativen Auswurfleistung von kleiner gleich 40% aufgeteilt.

In den Jahren 1997 bis 2000 wurden 319 (12, 1%) Patienten mit einer präoperativen Auswurfleistung von 40% oder niedriger einer Herzoperation zugeführt.

Diese beiden Patientengruppen wurden verglichen hinsichtlich ausgewählter prä- und intra- bzw. postoperativer Parameter.

3.3.1.1. Vergleich der linksventrikulären Auswurfleistung des Herzens hinsichtlich präoperativer Parameter

3.3.1.1.1. Geschlechtsverteilung

Im Geschlechtsvergleich wurden 251 (13, 4%) Männer und 65 (8, 9%) Frauen unterhalb dieser kritischen Grenze ermittelt.

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test mit $p < 0, 001$ statistisch signifikant.

3.3.1.1.2. Altersverteilung

Die folgende Grafik zeigt die präoperative Auswurfleistung in den verschiedenen Altersgruppen auf.

Ergebnisse

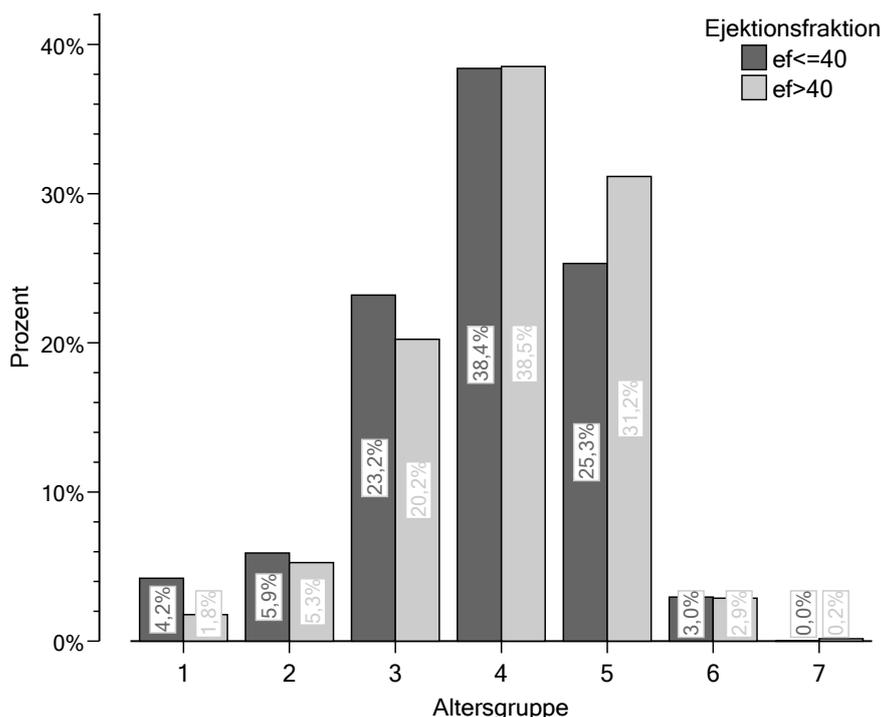


Abb. 22: Häufigkeitsverteilung der Altersgruppen bei einer Auswurfleistung von ≤ 40% bzw. > 40%

Der höchste Anteil an Patienten mit einer geringen linksventrikulären Auswurfleistung fand sich in der Gruppe junger Erwachsener bis 40 Jahre. Dies mag durch den relativ höheren Anteil an Herztransplantationen in dieser Altersgruppe zu erklären sein. Hingegen wurden in der Altersgruppe 7 (ab 90 Jahre) keine Patienten mit linksventrikulärer Auswurfleistung unter 40% operiert.

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test mit $p = 0,129$ statistisch nicht signifikant.

3.3.1.1.3. Durchgeführte Eingriffe

In nachfolgenden Tabellen wird die Häufigkeitsverteilung von Patienten mit linksventrikulärer Auswurfleistung größer oder kleiner gleich 40% bei den einzelnen Eingriffen aufgezeigt.

Tab. 13: Linksventrikuläre Auswurfleistung bei Coronary Artery Bypass Grafts

<u>CABG</u>	<u>Häufigkeit (n)</u>	<u>Prozent (%)</u>
ef ≤ 40%	213	10,7
ef > 40%	1780	89,3

Ergebnisse

Legende:

CABG Coronary Artery Bypass Graft

ef Ejektionsfraktion

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Tab. 14: Linksventrikuläre Auswurfleistung bei Einfachklappeneingriffen

<u>Klappe</u>	<u>Häufigkeit (n)</u>	<u>Prozent (%)</u>
ef \leq 40%	41	12,5
ef $>$ 40%	286	87,5

Legende:

ef Ejektionsfraktion

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Tab. 15: Linksventrikuläre Auswurfleistung bei Coronary Artery Bypass Grafts kombiniert mit Klappeneingriff

<u>CABG + Klappe</u>	<u>Häufigkeit (n)</u>	<u>Prozent (%)</u>
ef \leq 40%	32	16,8
ef $>$ 40%	158	83,2

Legende:

CABG Coronary Artery Bypass Graft

ef Ejektionsfraktion

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Ergebnisse

Tab. 16: Linksventrikuläre Auswurfleistung bei Doppelklappeneingriffen

<u>Doppelklappe</u>	<u>Häufigkeit (n)</u>	<u>Prozent (%)</u>
ef ≤ 40%	8	25, 0
ef > 40%	24	75, 0

Legende:

ef Ejektionsfraktion

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test statistisch signifikant (p= 0, 005).

Tab. 17: Linksventrikuläre Auswurfleistung bei Aorta- Ascendens- Ersatz

<u>AAE</u>	<u>Häufigkeit (n)</u>	<u>Prozent (%)</u>
ef ≤ 40%	1	5, 5
ef > 40%	18	94, 5

Legende:

AAE Aorta- Ascendens- Ersatz

ef Ejektionsfraktion

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test statistisch signifikant (p < 0, 001).

Tab. 18: Linksventrikuläre Auswurfleistung bei Aorta- Ascendens- Ersatz kombiniert mit Klappeneingriff

<u>AAE+Klappe</u>	<u>Häufigkeit (n)</u>	<u>Prozent (%)</u>
ef ≤ 40%	2	15, 4
ef > 40%	11	94, 6

Legende:

AAE Aorta- Ascendens- Ersatz

ef Ejektionsfraktion

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test statistisch signifikant (p= 0, 013).

Es zeigt sich, dass vor allem Doppelklappenersatz- bzw. rekonstruktion und Aorta-Ascendens- Ersatz kombiniert mit Klappeneingriff häufiger mit einer präoperativ schlechteren Auswurfleistung einhergingen als Bypassoperationen, einfacher Klappenersatz- bzw. rekonstruktion und alleiniger Aorta- Ascendens- Ersatz.

3.3.1.1.4. Operation bei instabilem Zustand des Patienten

Bei insgesamt 425 in instabilen Zustand operierten Patienten lag die Auswurfleistung des Herzens bei 59 (13, 9%) der Patienten unter 40%. In der Vergleichsgruppe von 2202 Patienten lagen 258 (11, 7%) unterhalb dieser kritischen Grenze.

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test mit $p = 0, 210$ statistisch nicht signifikant

3.3.1.1.5. Notfalleingriffe

Von 135 Notfalloperationen wurden 44 (32, 6%) bei einer präoperativen Auswurfleistung unter 40% durchgeführt. Im Vergleich zu den übrigen 2493 Eingriffen wurden 274 (11, 0 %) Patienten mit einer Auswurfleistung kleiner gleich 40% operiert.

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test mit $p < 0, 001$ statistisch signifikant

3.3.1.2. Vergleich der linksventrikulären Auswurfleistung des Herzens hinsichtlich intra- und postoperativer Parameter

3.3.1.2.1. Extrakorporale Zirkulationsdauer

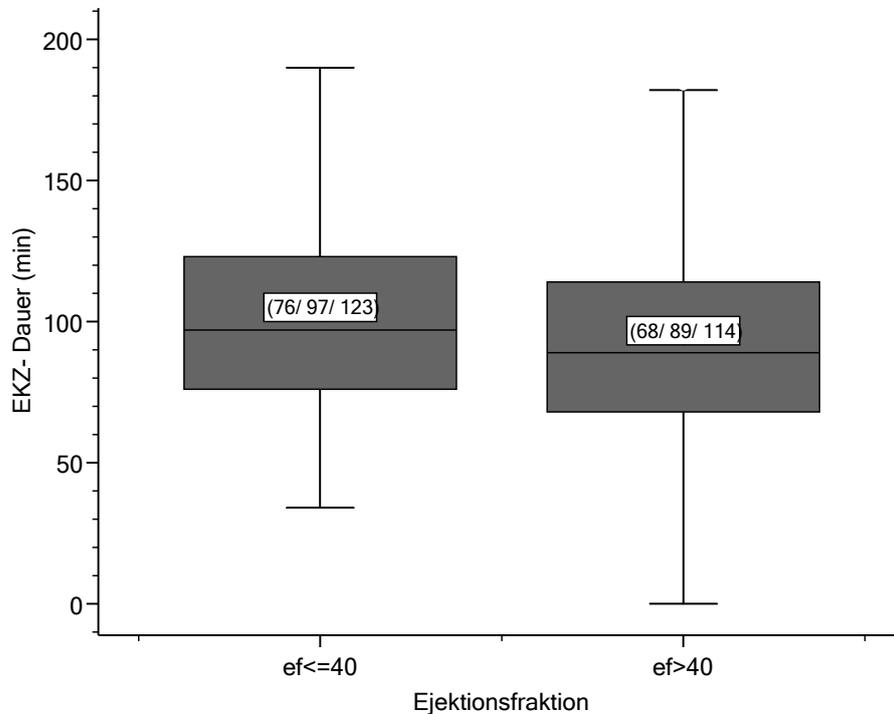


Abb. 23: Extrakorporale Zirkulationsdauer bei einer Auswurfleistung ≤ 40 % bzw. > 40 %

Legende:

EKZ Extrakorporale Zirkulation

Gemäß der Boxplot-Darstellung galt für Patienten mit einer linksventrikulären Auswurfleistung ≤ 40% eine längere mediane extrakorporale Bypasszeit. Das Testergebnis erwies sich im Mann-Whitney-U-Test als statistisch signifikant ($p < 0,001$).

3.3.1.2.2. Aortale Abklemmzeit

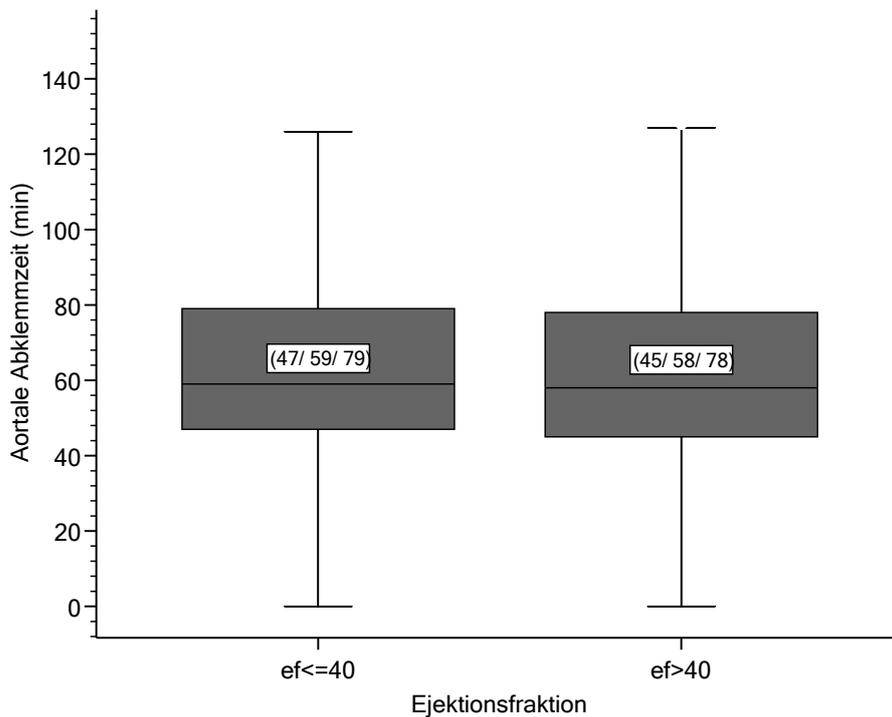


Abb. 24: Aortale Abklemmzeit bei einer präoperativen Auswurfleistung von $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$

Bei einer linksventrikulären Auswurfleistung kleiner gleich 40% konnte eine geringfügig verlängerte aortale Abklemmzeit ermittelt werden. Das Testergebnis erwies sich im Mann-Whitney-U-Test ($p = 0,140$) als statistisch nicht signifikant.

3.3.1.2.3. Simplified Acute Physiology Scores (SAPS)

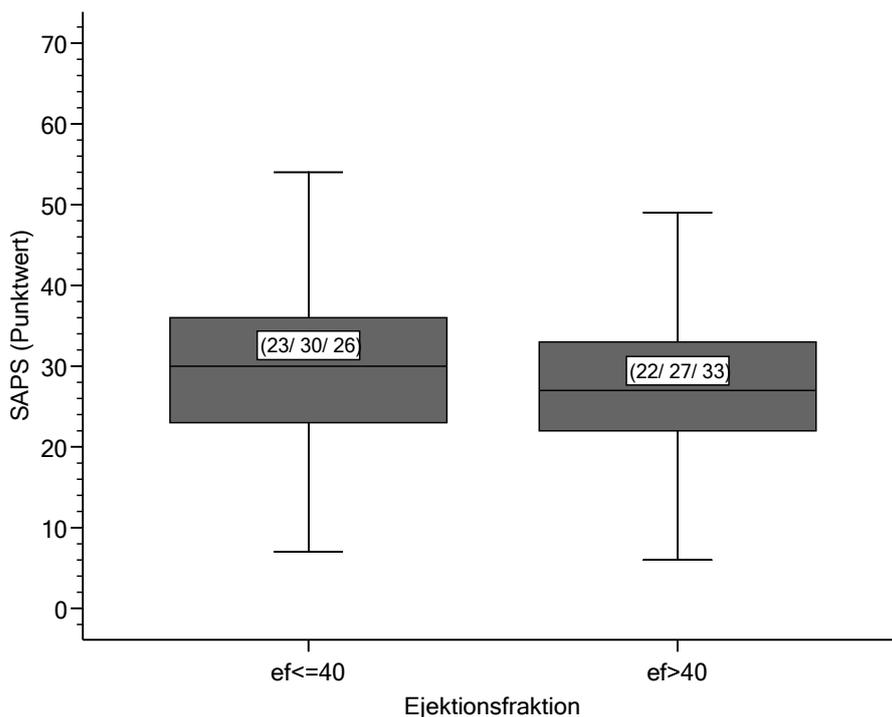


Abb. 25: Punktwert des SAPS bei einer präoperativen Auswurfleistung von $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$

Legende:

SAPS Simplified Acute Physiology Score

Der durchschnittlich ermittelte Punktwert des SAPS war - wie aus dem Diagramm ersichtlich - in der Patientengruppe mit niedrigerer Auswurfleistung gegenüber dem Vergleichskollektiv deutlich erhöht.

Das Testergebnis erwies sich im Mann-Whitney-U-Test als statistisch signifikant ($p < 0,001$).

3.3.1.2.4. Therapeutic Intervention Scoring Systems (TISS)

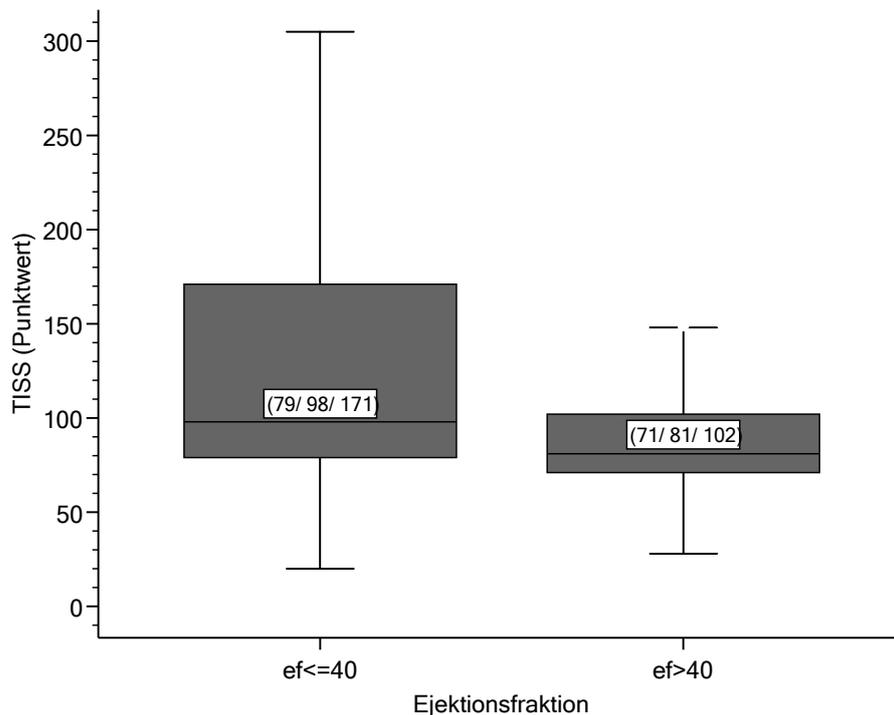


Abb. 26: Summe der täglich erhobenen Werte des Therapeutic Intervention Scoring Systems bei einer präoperativen Auswurfleistung von $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$

Legende:

TISS Therapeutic Intervention Scoring System

Linksventrikuläre Ejektionsfraktion kleiner gleich 40% ging mit Zunahme des medianen Punktwertes des Therapeutic Intervention Scoring einher.

Das Testergebnis erwies sich im Mann-Whitney-U-Test als statistisch signifikant ($p < 0,001$).

3.3.1.2.5. *Beatmungsdauer*

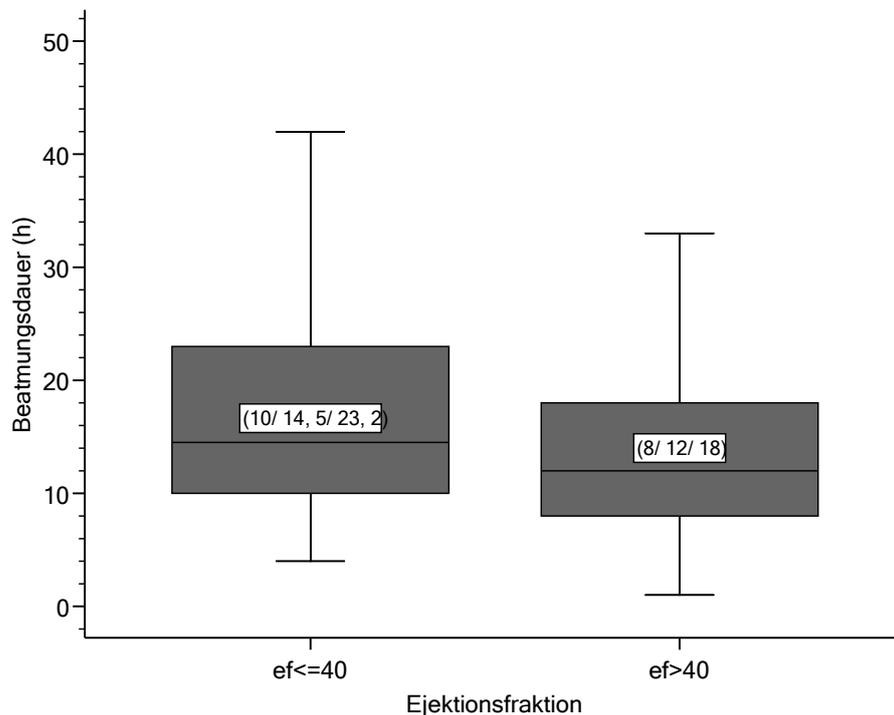


Abb. 27: Beatmungsdauer bei einer präoperativen Auswurfleistung von $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$

Die mediane Beatmungsdauer stieg bei linksventrikulärer Auswurfleistung kleiner gleich 40% signifikant ($p < 0,001$) an.

3.3.1.2.6. *Katecholamine*

Dem Vergleich der postoperativen Katecholamingabe lag das Gesamtkollektiv der Patienten zugrunde.

Berücksichtigt wurden auch diejenigen Patienten, denen keine Katecholamine zugeführt wurden.

Unterschieden wurde zum einen in die Gabe von Adrenalin und/ oder Noradrenalin und in die dabei verabreichte Maximaldosis von Adrenalin und Noradrenalin.

Die Gegenüberstellung der Vergleichskollektive erfolgte in gewohnter Weise.

Tab. 19: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Katecholaminen bei einer linksventrikulären Auswurfleistung $\leq 40\%$ bzw. $>40\%$

	katecholaminpflichtig	katecholaminfrei
ef $\leq 40\%$	96, 8%	3, 2%
ef $> 40\%$	76, 0%	24, 0%

Legende:

ef Ejektionsfraktion

Eindrücklich wurde aufgezeigt, dass Patienten mit geringerer Auswurfleistung signifikant öfter ($p < 0, 001$) katecholaminpflichtig waren.

3.3.1.2.6.1. Adrenalingabe

Tab. 20: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Adrenalin bei einer linksventrikulären Auswurfleistung $\leq 40\%$ bzw. $>40\%$

	adrenalinpflichtig	adrenalinfrei
ef $\leq 40\%$	88, 0%	12, 0%
ef $> 40\%$	59, 4%	40, 6%

Legende:

ef Ejektionsfraktion

Die vermehrte Verabreichung von Adrenalin stand in signifikantem Zusammenhang ($p < 0, 001$) mit niedriger Auswurfleistung.

Ergebnisse

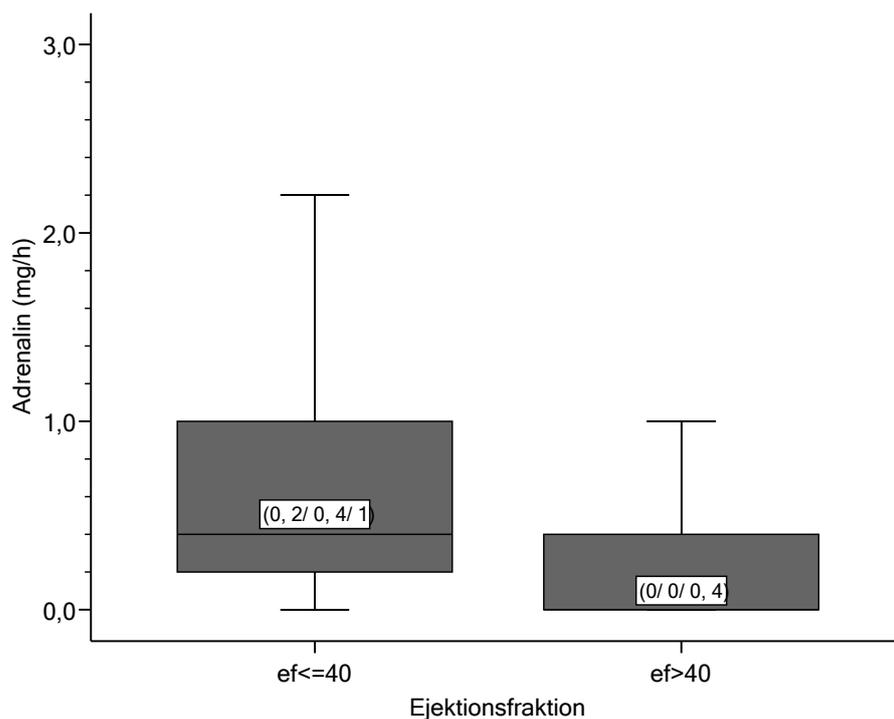


Abb. 28: Verabreichte Maximaldosis von Adrenalin bei Patientengruppen mit präoperativer Auswurfleistung von $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$

Für Patienten mit einer präoperativen Auswurfleistung kleiner gleich 40% galt eine im Median erhöhte Maximaldosis von Adrenalin:

Das Testergebnis erwies sich im Mann-Whitney-U-Test als statistisch signifikant ($p < 0,001$).

3.3.1.2.6.2. Noradrenalingabe

Tab. 21: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Noradrenalin bei einer linksventrikulären Auswurfleistung $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$

	noradrenalinpflichtig	noradrenalinfrei
ef $\leq 40\%$	83,4%	16,6%
ef $> 40\%$	61,9%	38,0%

Legende:

ef linksventrikuläre Auswurfleistung

Für die Verabreichung von Noradrenalin galt ein signifikanter Zusammenhang ($p < 0,001$) mit der Ejektionsfraktion.

Ergebnisse

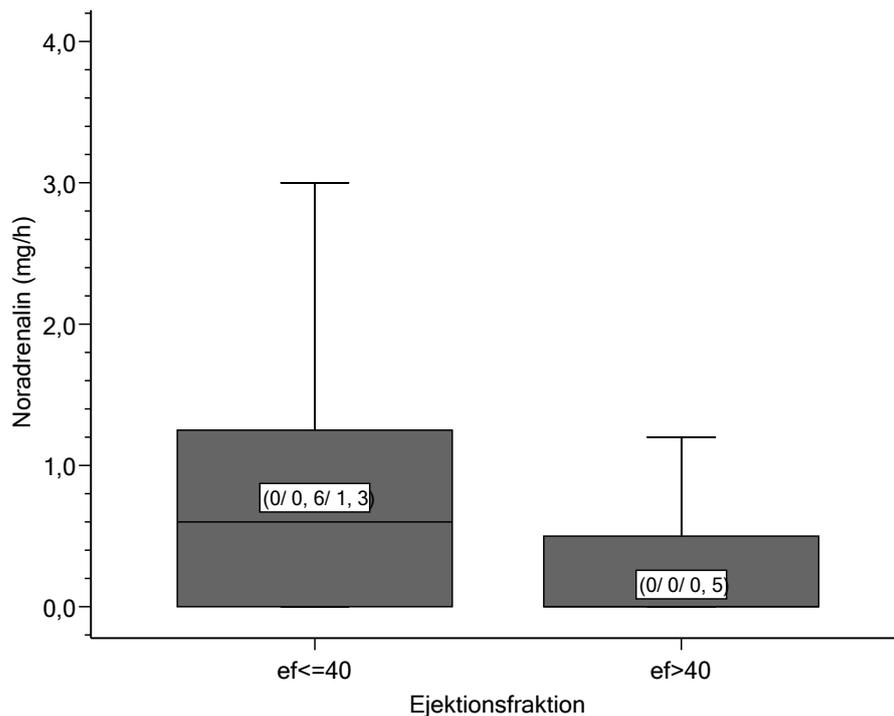


Abb. 29: Verabreichte Maximaldosis von Noradrenalin bei Patientengruppen mit präoperativer Auswurfleistung (ef) von ≤ 40% bzw. > 40%

Auch die maximal verabreichte Dosis an Noradrenalin lag im Median höher bei Patienten mit einer präoperativen Auswurfleistung von 40% oder weniger.

Das Testergebnis erwies sich im Mann-Whitney-U-Test als statistisch signifikant ($p < 0,001$).

3.3.1.2.7. Blutprodukte

Die durchschnittliche Menge transfundierter Erythrozyten-, Fresh-Frozen-Plasma- und Thrombozytenkonzentrate in der Gruppe der Patienten mit einer Auswurfleistung von größer bzw. kleiner gleich 40% wird in den folgenden Grafiken aufgezeigt.

3.3.1.2.7.1. Erythrozytenkonzentrate

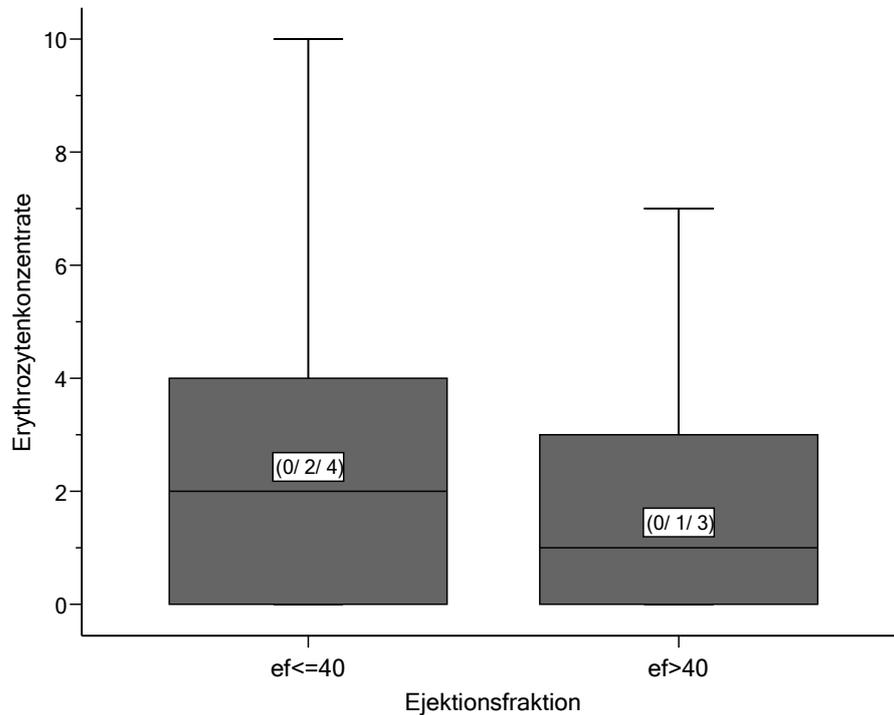


Abb. 30: Vergleich der Anzahl transfundierter Erythrozytenkonzentrate bei Patienten mit einer Auswurfleistung $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$:

Ein Anstieg der mittleren Anzahl verabreichter Erythrozytenkonzentrate korrelierte mit einer niedrigen linksventrikulären Auswurfleistung.

Das Testergebnis erwies sich im Mann-Whitney-U-Test als statistisch signifikant ($p < 0,001$).

3.3.1.2.7.2. Fresh- Frozen- Plasma- Konzentrate

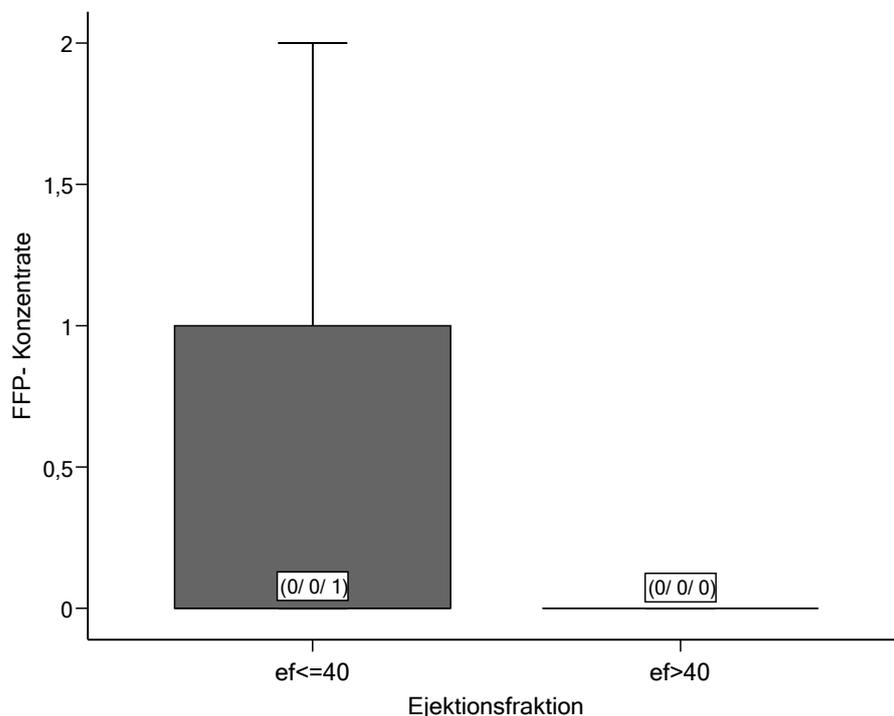


Abb. 31: Vergleich der Anzahl transfundierter Fresh- Frozen- Plasma- Konzentrate bei Patienten mit einer Auswurfleistung $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$

Legende:

FFP Fresh- Frozen- Plasma

Im Median erhielten beide Vergleichsgruppen keine Fresh- Frozen- Plasma- Konzentrate, jedoch benötigte ein Teil des Patientenkollektivs mit Ejektionsfraktion $\leq 40\%$ höher doch FFP- Konzentrate im Gegensatz zu den Patienten mit einer Auswurfleistung $> 40\%$.

Das Testergebnis erwies sich im Mann- Whitney- U- Test als statistisch signifikant ($p < 0,001$).

3.3.1.2.7.3. Thrombozytenkonzentrate

Der Vergleich der Anzahl transfundierter Thrombozytenkonzentrate bei Patienten mit einer Auswurfleistung $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$ ergab für Median und Quartile Werte von jeweils (0/ 0 (Median)/ 0).

Das Testergebnis erwies sich im Mann- Whitney- U- Test zwar als statistisch signifikant ($p < 0,001$), ist jedoch nicht weiter aussagekräftig.

Auf die graphische Darstellung wurde verzichtet

3.3.1.2.8. Laktatwerte

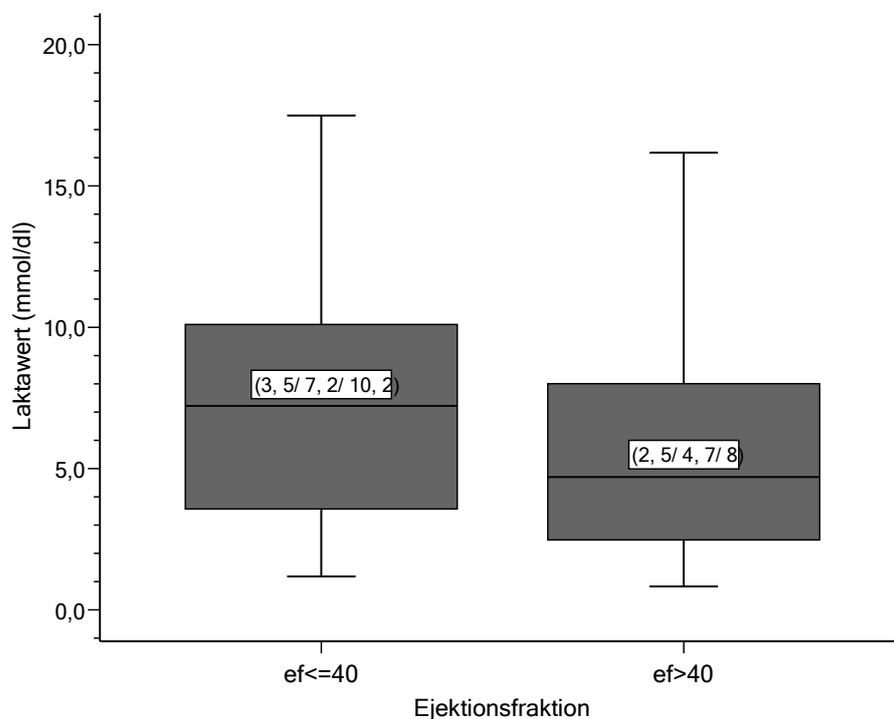


Abb. 32: Vergleich der höchsten maximal gemessenen Laktatkonzentration in den Patientengruppen mit einer Auswurfleistung (ef) ≤ 40 % bzw. > 40%

Die Verteilung der Werte der höchsten gemessenen Laktatkonzentration zeigte in der Gegenüberstellung der beiden Gruppen einen signifikanten Unterschied ($p < 0,001$) im Sinne eines Anstiegs der mittleren Laktatkonzentration bei niedriger präoperativer Ejektionsfraktion.

3.3.1.2.9. Intensivdauer

Eine Verlängerung des Aufenthaltes auf Intensivstation bei präoperativ niedriger Auswurfleistung wird im folgenden Diagramm dargestellt.

Ergebnisse

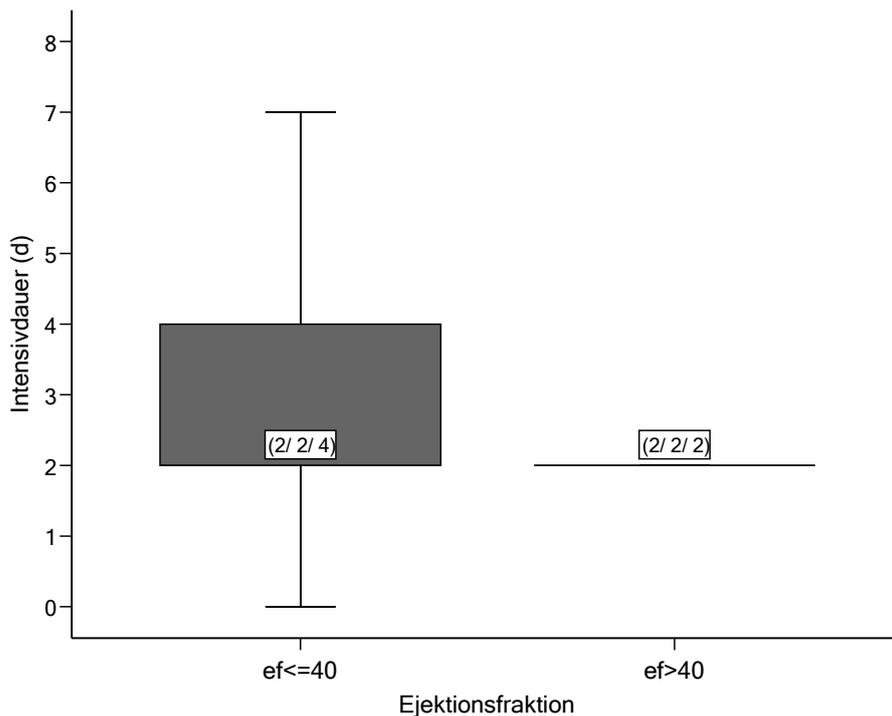


Abb. 33: Dauer des Intensivaufenthaltes bei Patienten mit einer Auswurfleistung $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$

Im Median verbrachten beide Patientengruppen 2 Tage auf Intensivstation. Ein Teil des Patientenkollektivs mit einer Auswurfleistung $\leq 40\%$ jedoch signifikant länger als die Vergleichsgruppe ($p < 0,001$).

Zur weiteren Aufschlüsselung der Veränderung der Intensivdauer bei Patienten mit einer präoperativen Auswurfleistung von über oder unter 40% dient folgendes Diagramm.

Ergebnisse

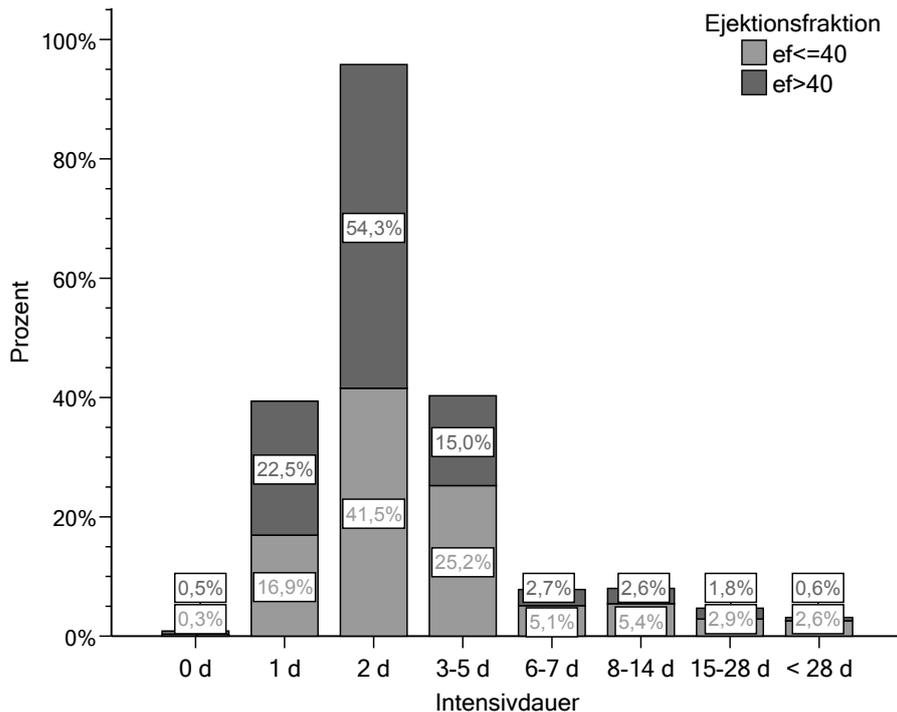


Abb. 34: Absolute Verweildauer auf Intensivstation bei einer präoperativen linksventrikulären Auswurfleistung von $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$

Hierbei zeigte sich eine deutliche, signifikante ($p < 0,001$) Linksverschiebung im Sinne längerer Intensivaufenthalte von Patienten mit linksventrikulärer Auswurfleistung $\leq 40\%$.

3.3.1.2.10. Infektionen

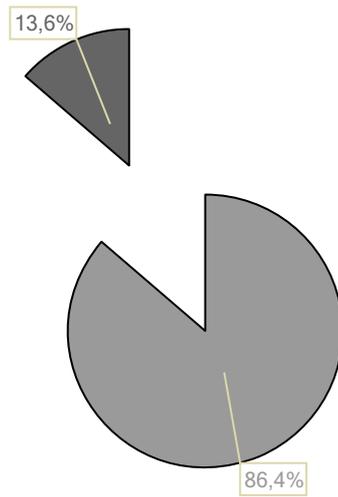


Abb. 35:
≤ 40%

Häufigkeit von Infektionen bei einer präoperativen linksventrikulären Auswurfleistung

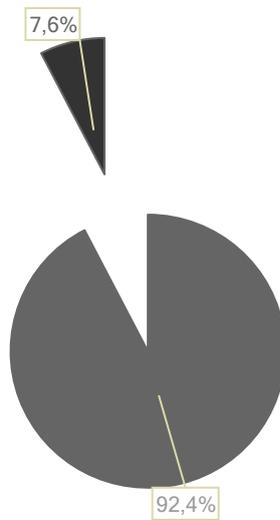


Abb. 36:
von > 40%

Häufigkeit von Infektionen bei einer präoperativen linksventrikulären Auswurfleistung

In der Gruppe mit einer Auswurffraktion kleiner gleich 40% erhielt man postoperativ in 13,6% der Fälle einen positiven Infektionsnachweis.

In der Vergleichsgruppe mit Patienten einer Auswurffraktion von größer 40% konnte hingegen in 7,6% der Fälle eine Infektion nachgewiesen werden.

Das Ergebnis war im Chi-Quadrat-Test mit $p < 0,001$ statistisch signifikant.

3.3.1.3. Schlussfolgerung zu den Ergebnissen

Im Folgenden soll erörtert werden, ob bei einer Auswurfleistung von unter 40% anhand der erhobenen Parameter ein erhöhtes Risiko postoperativer Komplikationen abgeschätzt werden kann. 13,9% der Männer und 8,9% der Frauen bzw. insgesamt 12,1% aller Patienten hatten präoperativ eine Auswurfleistung von $\leq 40\%$. Die Zahl der Patienten mit einer Auswurfleistung $\leq 40\%$ und gleichzeitig in instabilem Zustand (Ergebnis hier nicht signifikant) bzw. mit Notfallindikation operiert, war gegenüber der Vergleichsgruppe erhöht (13,9% gegenüber 11,7% bzw. 32,6% gegenüber 11,0%)., Klappeneingriffe und Doppelklappenersatz, kombiniert mit Bypasschirurgie, sowie Herztransplantationen gingen häufiger mit einer präoperativen Auswurfleistung von 40% oder geringer einher als Bypass-, Einfachklappenoperationen und alleiniger Aorta-Ascendens-Ersatz.

Alle postoperativen Parameter zeigten in der Gruppe mit verminderter Auswurfleistung kleiner gleich 40% höhere Mittelwerte. Es wurde ein signifikanter Anstieg der extrakorporalen Zirkulationsdauer, der Beatmungsdauer, des Laktatwertes, des SAPS- und des TISS- Punktwertes, eine Steigerung der Dosis und von Katecholaminen und Blutprodukten und eine Verlängerung des Intensivaufenthaltes festgestellt, ebenso des Infektionsrisikos.

3.3.2. Extrakorporale Zirkulationsdauer

Eine extrakorporale Zirkulationsdauer länger 97 Minuten wird nach eigenen Untersuchungsergebnissen (26) als kritischer Wert für die Prognose des Operationserfolges angesehen. Neben der bereits diskutierten Auswurfleistung kleiner 40% bedeutet eine EKZ - Dauer länger 97 Minuten ein erhöhtes Risiko für das Auftreten eines akuten systemic inflammatory response syndroms (SIRS) postoperativ, welches mit erhöhter Morbidität und Mortalität einhergeht (26).

Im folgenden Abschnitt wurde das Patientengut in zwei Gruppen eingeteilt: Gruppe 1 enthielt all die Patienten, die eine Verweildauer weniger als 97 Minuten an der Herz-Lungen- Maschine hatten. Patienten der Gruppe 2 hatten eine Verweildauer von 97 Minuten und mehr. Die beiden Gruppen wurden nach bekanntem Schema miteinander verglichen.

3.3.2.1. Vergleich der extrakorporalen Zirkulationsdauer hinsichtlich präoperativer Parameter

3.3.2.1.1. Häufigkeits- und Geschlechtsverteilung

Von 3101 Eingriffen wurden 1770 (57,1%) mit einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von unter 97 Minuten durchgeführt, 1331 (42,9%) der Eingriffe dauerten 97 Minuten und länger.

Im Geschlechtsvergleich gingen 1233 (56,8%) der Männer und 519 (58,6%) der Frauen nach weniger als 97 Minuten von der Herz- Lungen- Maschine ab. Dagegen lag die Dauer der extrakorporalen Zirkulation bei 938 (43,2%) der Männer und 367 (41,4%) der Frauen über 97 Minuten.

Die Berechnung der Geschlechtsverteilung war im Chi- Quadrat- Test mit $p=0,366$ statistisch nicht signifikant.

3.3.2.1.2. Altersverteilung

Im folgenden Diagramm zeigen die grünen Säulen die Häufigkeit in Prozent der Operationen mit einer medianen extrakorporalen Zirkulationsdauer über 97 Minuten in den bekannten Altersgruppen auf, die blauen stellen die Häufigkeit von Operationen mit kürzerer extrakorporaler Bypassdauer dar.

Ergebnisse

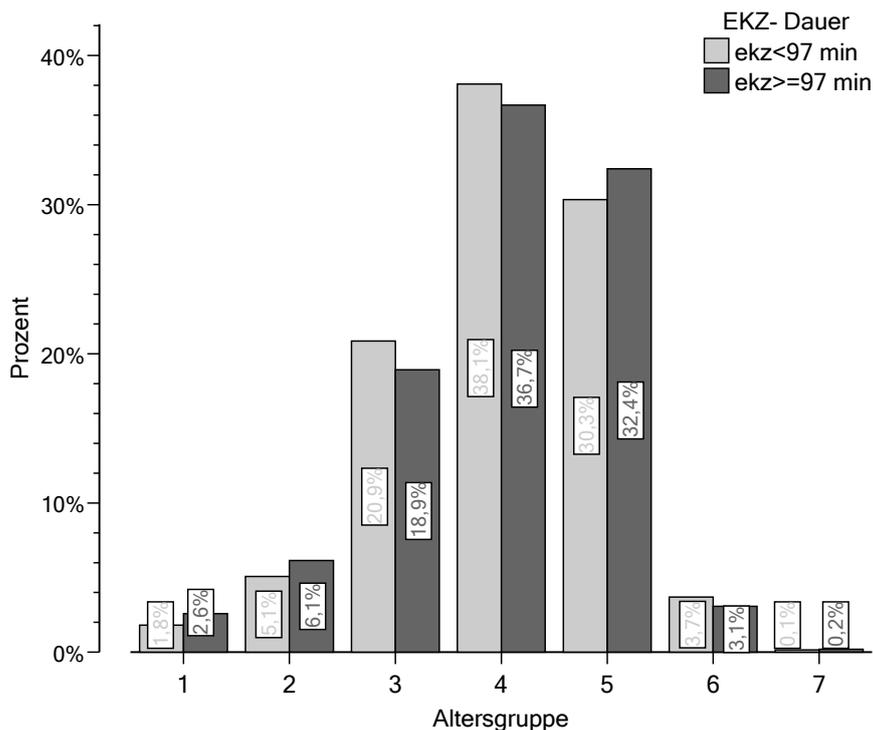


Abb. 37: Häufigkeitsverteilung der Altersgruppen bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von <97 Minuten bzw. ≥97 Minuten:

Legende:

Altersgruppe 1 von 10 bis 39 Jahre

Altersgruppe 2 von 40 bis 49 Jahre

Altersgruppe 3 von 50 bis 59 Jahre

Altersgruppe 4 von 60 bis 69 Jahre

Altersgruppe 5 von 70 bis 79 Jahre

Altersgruppe 6 von 80 bis 89 Jahre

Altersgruppe 7 ab 90 Jahre

EKZ Extrakorporale Zirkulation

Demnach zeigten sowohl die Altersgruppe der jüngeren Patienten (bis einschließlich 50 Jahre) als auch die der älteren Patienten (80- 90 Jahre) eine Tendenz zu längerer extrakorporaler Bypassdauer. Es ließ sich kein statistischer Zusammenhang ($p=0,449$) zwischen der aortalen Abklemmzeit und den einzelnen Altersgruppen ermitteln.

Ergebnisse

3.3.2.1.3. Durchgeführte Eingriffe

In nachfolgender Gegenüberstellung der beiden definierten Gruppen werden die verschiedenen Eingriffe aufgelistet.

Tab. 22: Extrakorporale Auswurfleistung bei Coronary Artery Bypass Grafts

<u>CABG</u>	<u>Häufigkeit (n)</u>	<u>Prozent (%)</u>
EKZ < 97 min	1371	61,8
EKZ ≥ 97 min	848	28,2

Legende:

CABG Coronary Artery Bypass Graft

EKZ extrakorporale Zirkulation

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Tab. 23: Extrakorporale Zirkulationsdauer bei Einfachklappeneingriffen

<u>Klappe</u>	<u>Häufigkeit (n)</u>	<u>Prozent (%)</u>
EKZ < 97 min	280	64,5
EKZ ≥ 97 min	154	35,5

Legende:

EKZ extrakorporale Zirkulation

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Ergebnisse

Tab. 24: Extrakorporale Zirkulationsdauer bei Coronary Artery Bypass Grafts kombiniert mit Klappeneingriff

<u>CABG + Klappe</u>	<u>Häufigkeit (n)</u>	<u>Prozent (%)</u>
EKZ < 97 min	32	13,1
EKZ ≥ 97 min	213	86,9

Legende:

CABG Coronary Artery Bypass Graft

EKZ extrakorporale Zirkulation

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Tab. 25: Extrakorporale Zirkulationsdauer bei Doppelklappeneingriffen

<u>Doppelklappe</u>	<u>Häufigkeit (n)</u>	<u>Prozent (%)</u>
EKZ < 97 min	3	7,1
EKZ ≥ 97 min	39	92,9

Legende:

EKZ extrakorporale Zirkulation

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Tab. 26: Extrakorporale Zirkulationsdauer bei Aorta- Ascendens- Ersatz

<u>AAE</u>	<u>Häufigkeit (n)</u>	<u>Prozent (%)</u>
EKZ < 97 min	6	16, 7
EKZ ≥ 97 min	30	83, 3

Legende:

AAE Aorta- Ascendens- Ersatz

EKZ extrakorporale Zirkulation

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test statistisch signifikant ($p < 0, 001$).

Tab. 27: Extrakorporale Zirkulationsdauer bei Aorta- Ascendens- Ersatz kombiniert mit Klappeneingriff

<u>AAE+Klappe</u>	<u>Häufigkeit (n)</u>	<u>Prozent (%)</u>
EKZ < 97 min	3	14, 3
EKZ ≥ 97 min	18	85, 7

Legende:

AAE Aorta- Ascendens- Ersatz

EKZ extrakorporale Zirkulation

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test statistisch signifikant ($p = 0, 001$).

Tab. 28: Extrakorporale Zirkulationsdauer bei Herztransplantation

HTX	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
EKZ < 97 min	7	25,9
EKZ ≥ 97 min	20	74,1

Legende:

HTX Herztransplantation

EKZ extrakorporale Zirkulation

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test statistisch signifikant ($p=0,012$).

Während Bypassoperationen und einfache Klappeneingriffe signifikant öfter mit extrakorporalen Bypasszeiten unter 97 Minuten auskamen, konnten Bypässe kombiniert mit Klappenersatz- bzw. -rekonstruktion, Mehrfachklappen, Aorta-Ascendens- Ersatz und Herztransplantationen signifikant öfter nur in Eingriffen mit kardiopulmonaler Bypassdauer von über 97 Minuten durchgeführt werden.

3.3.2.1.4. Operationen bei instabilem Zustand des Patienten

Bei Durchführung von Operationen in instabilem Zustand des Patienten lag die extrakorporale Zirkulationsdauer bei 290 (56,5%) Patientenfällen unter 97 Minuten, bei 223 (43,5%) über 97 Minuten. In der Vergleichsgruppe bei Eingriff im stabilen Zustand wurde in 1468 (57,3%) Fällen unter 97 Minuten, in 1096 (42,7%) Fällen über 97 Minuten extrakorporale Zirkulationsdauer operiert.

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test mit $p=0,762$ statistisch nicht signifikant.

3.3.2.1.5. Durchgeführte Notfalleingriffe

Bei Notfalloperationen wurden 97 (51,3%) Fälle mit einer maximalen extrakorporalen Zirkulationsdauer von 97 Minuten, hingegen 92 (48,7%) Fälle mit 97 Minuten und mehr durchgeführt. In der Vergleichsgruppe ohne Notfallindikation gingen die Patienten in 1662 (57,4%) der Fälle in weniger als 97 Minuten, in 1235 (42,6%) der Fälle nach 97 Minuten und mehr von der HLM ab.

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test mit $p=0,104$ statistisch nicht signifikant.

3.3.2.2. Vergleich der extrakorporalen Zirkulationsdauer hinsichtlich intra- und postoperativer Parameter

3.3.2.2.1. Aortale Abklemmzeit

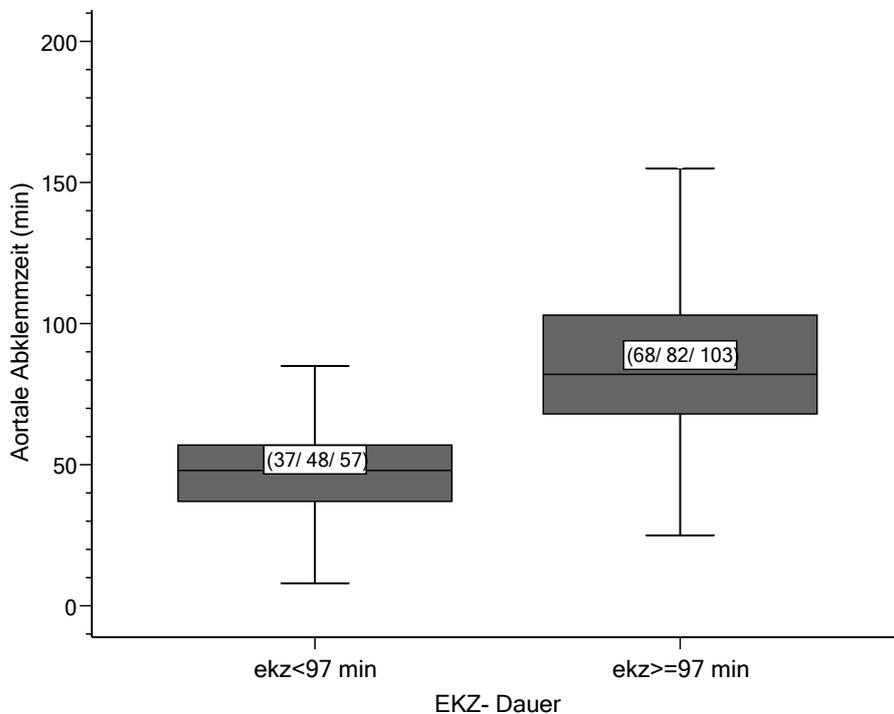


Abb. 38: Aortale Abklemmzeit bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von <97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten

Legende:

EKZ Extrakorporale Zirkulation

Die mediane aortale Abklemmzeit zeigte bei kardiopulmonaler Bypassdauer über 97 Minuten analog einen signifikanten Anstieg ($p < 0,001$).

3.3.2.2. Simplified Acute Physiology Scores (SAPS)

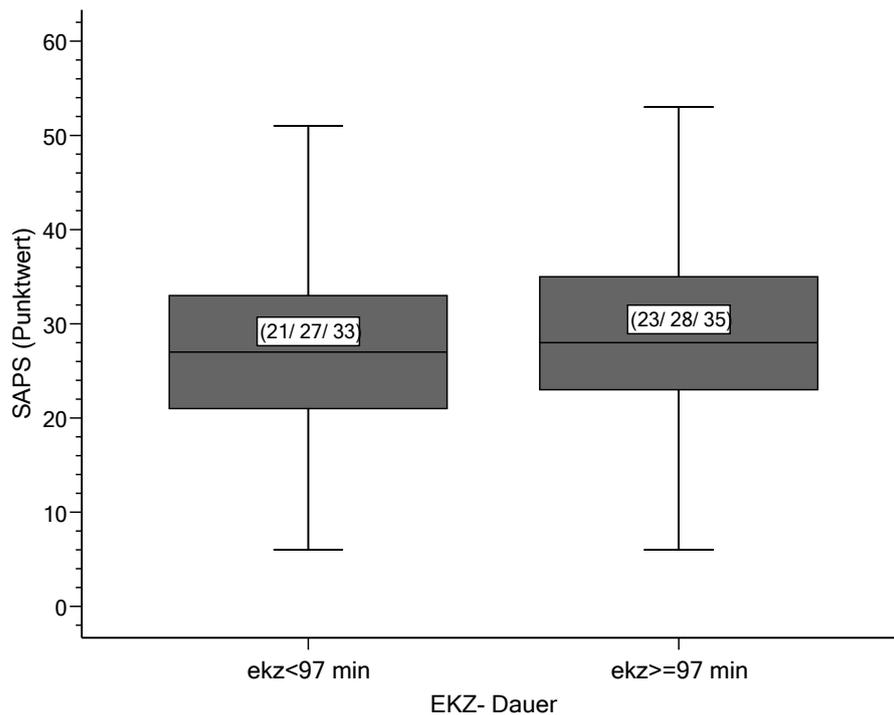


Abb. 39: Punktwerte des Simplified Acute Physiology Scores bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten

Legende:

SAPS Simplified Acute Physiology Score

EKZ Extrakorporale Zirkulation

Es bildete sich ein Unterschied bei Betrachtung der medianen Punktwerte des Simplified Acute Physiology Scores in Richtung eines Anstiegs bei längerer EKZ-Dauer ab. Das Testergebnis ergab im Mann-Whitney-U-Test statistische Signifikanz ($p < 0,001$).

3.3.2.2.3. Therapeutic Intervention Score Systems (TISS)

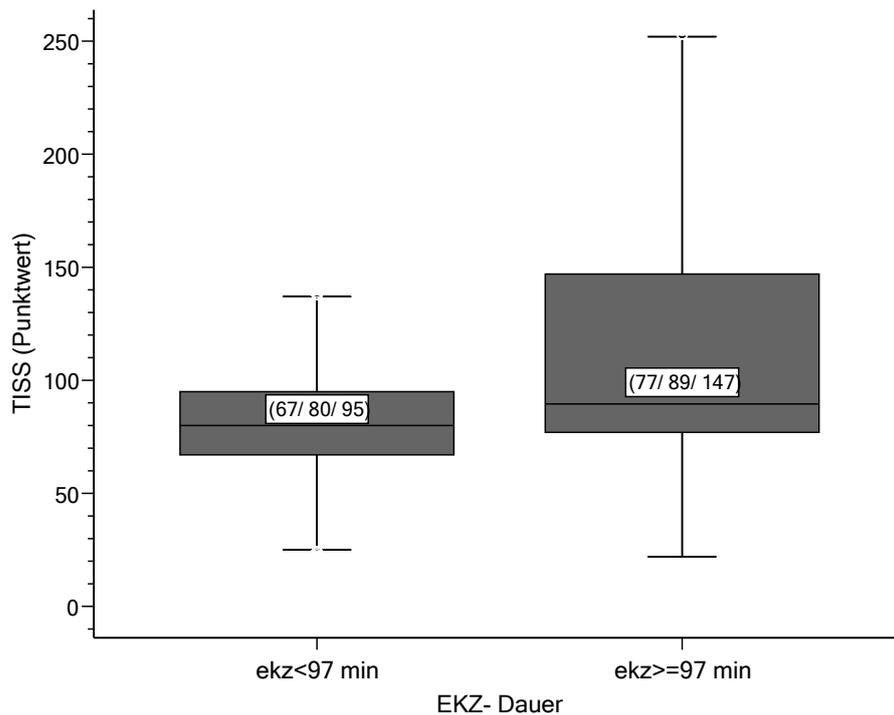


Abb. 40: Median erhobene Punktwerte des Therapeutic Intervention Scoring Systems bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von <97 Minuten bzw. ≥97 Minuten

Legende:

TISS Therapeutic Intervention Score System

EKZ Extrakorporale Zirkulation

Die Summe der täglich erhobenen Punktwerte des Pflegeaufwandes stieg mit Verlängerung der EKZ- Dauer ebenfalls signifikant ($p < 0,001$) an.

3.3.2.2.4. Beatmungsdauer

Die folgende Boxplotgrafik beschreibt die mediane Beatmungsdauer in Stunden postoperativ nach kardiopulmonalem Bypass bei einer Dauer von unter bzw. über 97 Minuten.

Ergebnisse

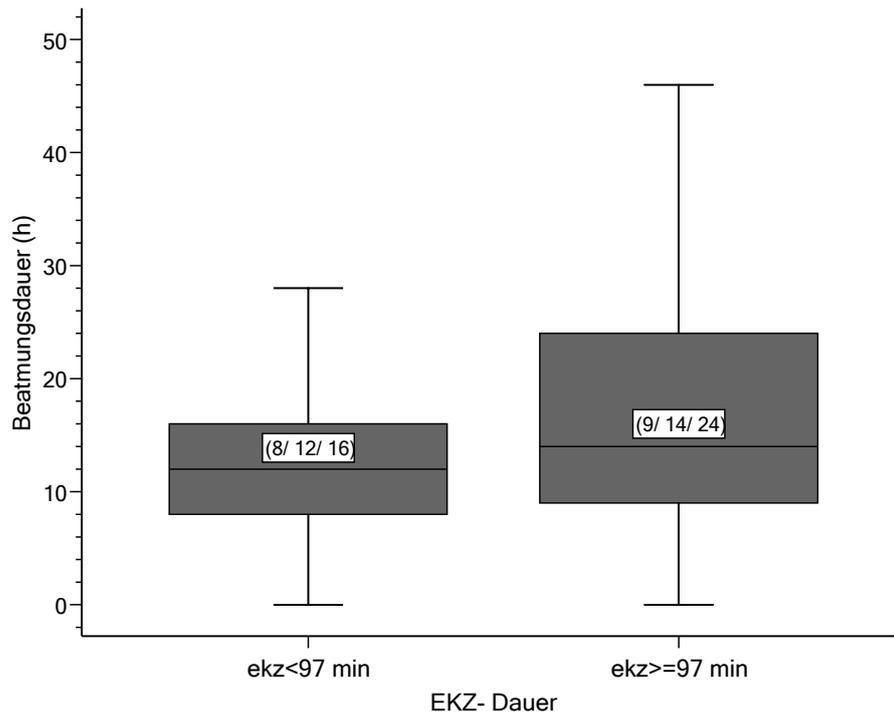


Abb. 41: Beatmungsdauer bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten

Legende:

EKZ Extrakorporale Zirkulation

Demnach stieg die Dauer der mechanischen Ventilation bei Operationen mit kardiopulmonalem Bypass länger 97 Minuten signifikant ($p < 0,001$) an.

3.3.2.2.5. Katecholamingabe

Vergleichend werden im folgenden Abschnitt diejenigen Patienten, denen postoperativ Katecholamine - Adrenalin und/ oder Noradrenalin - verabreicht wurden, den beiden Gruppen mit einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von weniger oder 97 Minuten und mehr gegenübergestellt.

Ergebnisse

Tab. 29: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Katecholaminen bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten:

	katecholaminpflichtig	katecholaminfrei
EKZ < 97min	73, 1%	26, 9%
EKZ ≥ 97 min	87, 8%	12,2%

Legende:

EKZ Extrakorporale Zirkulation

Bei extrakorporaler Zirkulationsdauer länger 97 Minuten waren Patienten signifikant ($p < 0, 001$) öfter katecholaminpflichtig.

3.3.2.2.5.1. Adrenalingabe

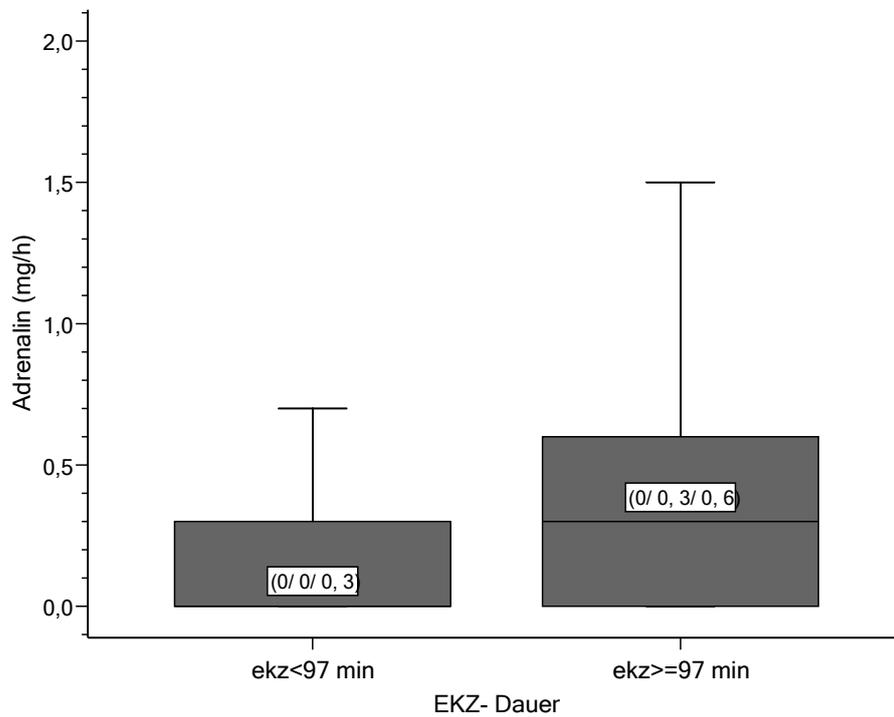


Abb. 42: Vergleich der verabreichten Maximaldosis von Adrenalin bei Patientengruppen mit bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten

Legende:

EKZ Extrakorporale Zirkulation

Die verabreichte Maximaldosis von Adrenalin war bei längere extrakorporaler Zirkulationsdauer signifikant ($p < 0,001$) erhöht.

3.3.2.2.5.2. Noradrenalingabe

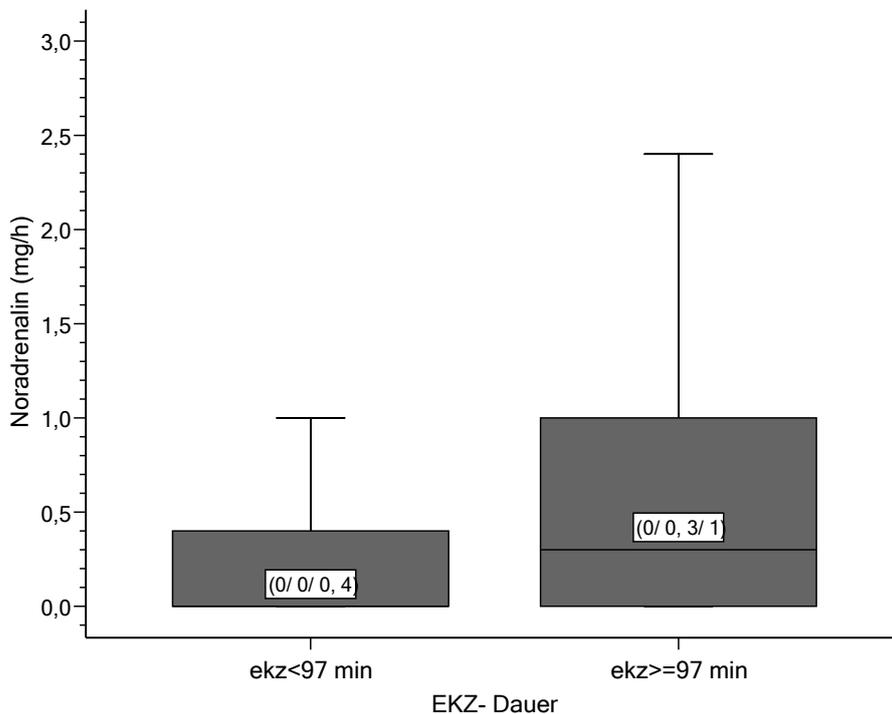


Abb. 43: Vergleich der verabreichten Maximaldosis von Noradrenalin bei Patientengruppen mit bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten

Legende:

EKZ Extrakorporale Zirkulation

Für Noradrenalin galt eine signifikante Dosissteigerung ($p < 0,001$) bei extrakorporaler Zirkulationsdauer länger 97 Minuten.

3.3.2.2.6. Blutprodukte

Die Datenerhebung berücksichtigte sowohl intra- wie auch postoperativ verabreichte Blutkonserven. Unterschieden wurde nach Erythrozyten-, Thrombozyten- und Fresh-Frozen- Plasma- Konzentraten.

3.3.2.2.6.1. Erythrozytenkonzentrate

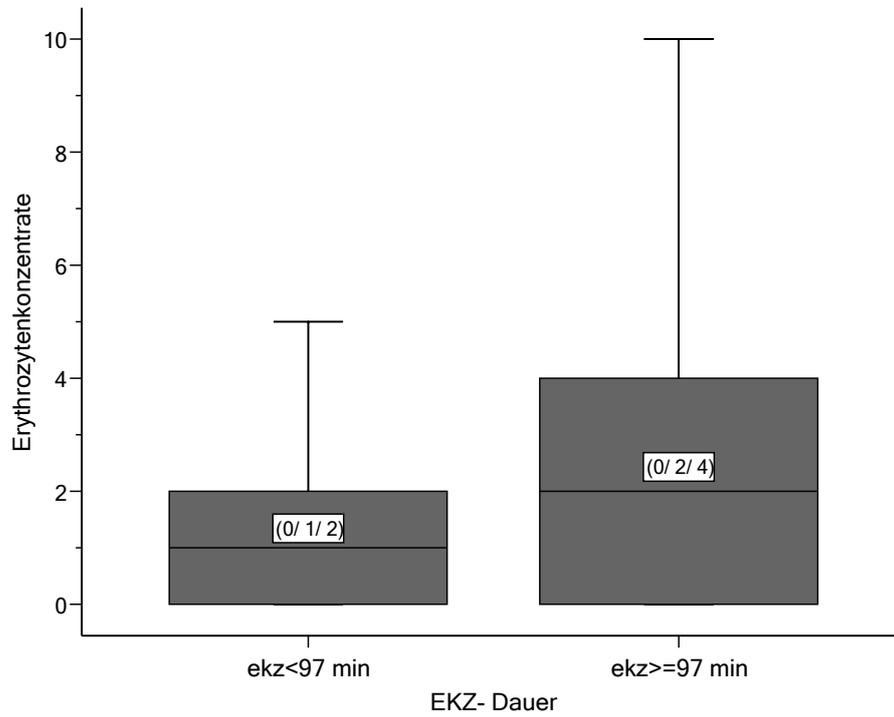


Abb. 44: Vergleich der transfundierten Menge Erythrozytenkonzentrat bei Patienten mit einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten

Legende:

EKZ Extrakorporale Zirkulation

3.3.2.2.6.2. Fresh- Frozen- Plasma- Konzentrate

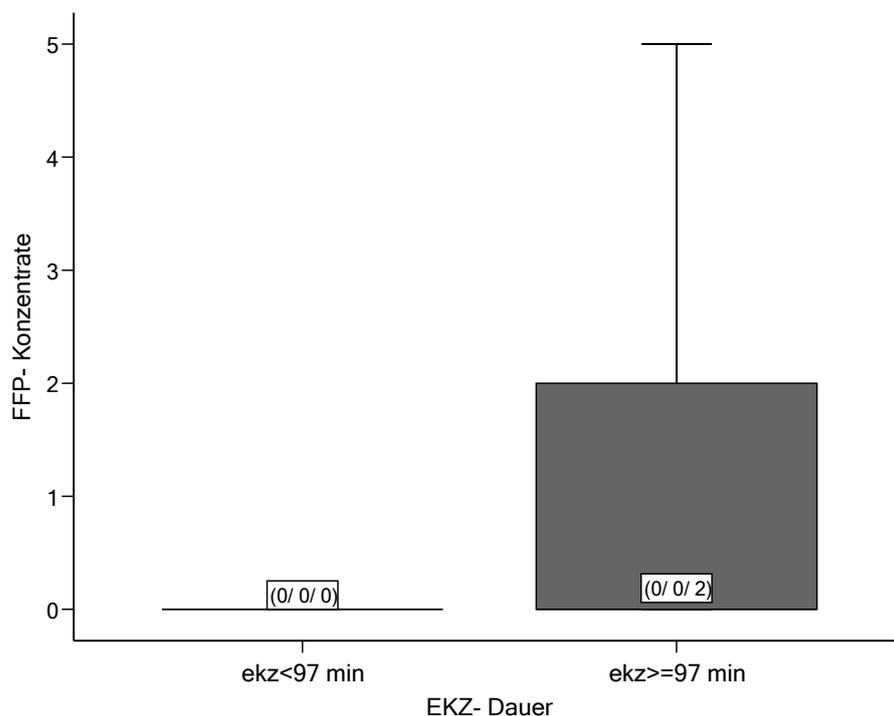


Abb. 45: Vergleich der transfundierten Menge an Fresh- Frozen- Plasma- Konzentraten bei Patienten mit bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten

Legende:

FFP Fresh- Frozen- Plasma

EKZ Extrakorporale Zirkulation

Eine vermehrte Anzahl transfundierter Erythrozytenkonzentrate wie auch Fresh-Frozen- Plasma- Konzentrate stand in signifikantem Zusammenhang (jeweils $p < 0,001$) mit einer extrakorporalen Bypassdauer ≥ 97 Minuten.

3.3.2.2.6.3. Thrombozytenkonzentrate

Der Vergleich der transfundierten Menge an Thrombozytenkonzentrat bei Patienten mit extrakorporaler Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten ergab für Median und Quartile jeweils Werte von 0/ 0 (Median)/ 0).

Das Testergebnis war zwar im Mann- Whitney- U- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$), jedoch nicht weiter aussagekräftig.

Auf die graphische Darstellung wurde verzichtet.

3.3.2.2.7. Laktatkonzentration

Die jeweils höchste postoperativ gemessene Laktatkonzentration diente in der folgenden Darstellung in der Gegenüberstellung der beiden Patientengruppen als Grundlage.

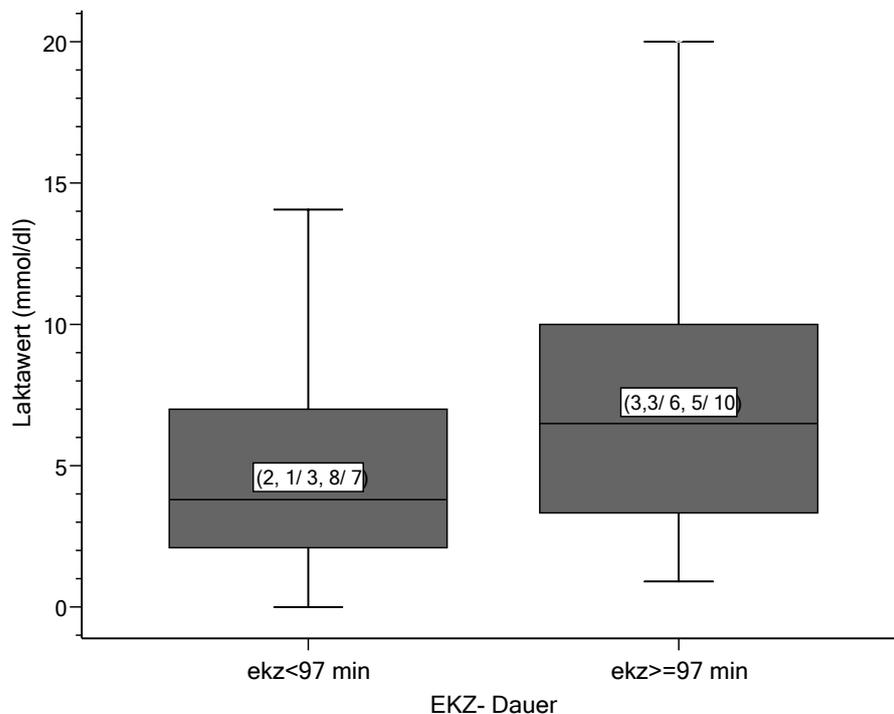


Abb. 46: Vergleich der höchsten maximal gemessenen Laktatkonzentration in den Patientengruppen mit einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten.

Legende:

EKZ Extrakorporale Zirkulation

Ersichtlich wurde eine signifikante Erhöhung ($p < 0,001$) der ermittelten Laktatwerte bei extrakorporaler Zirkulationsdauer länger 97 Minuten.

3.3.2.2.8. Intensivdauer

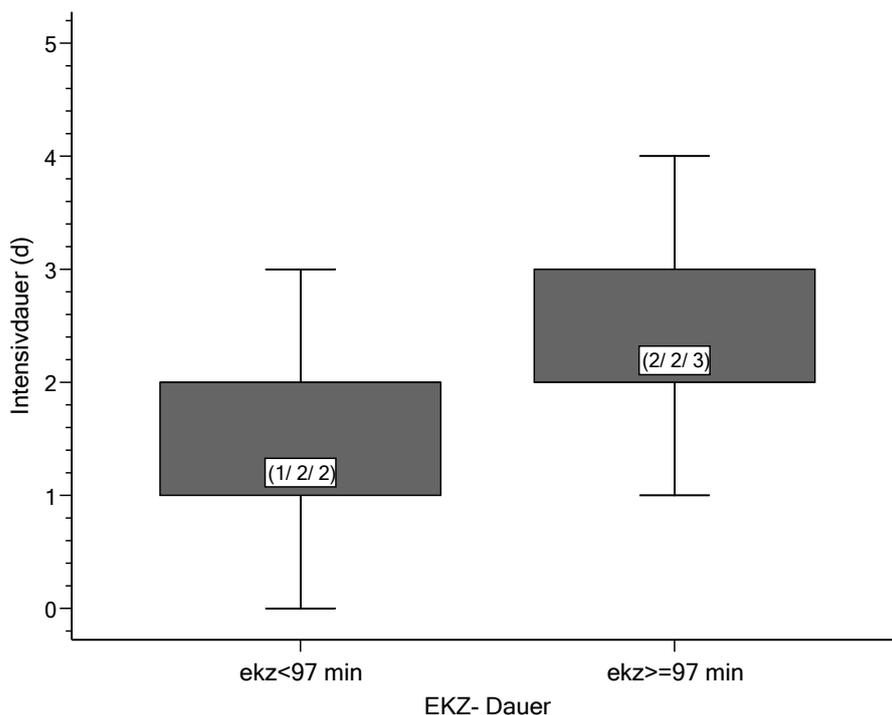


Abb. 47: Dauer des Intensivaufenthaltes bei Patienten mit einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. \geq 97 Minuten

Legende:

EKZ Extrakorporale Zirkulation

Die Verweildauer auf Intensiv verlängerte sich signifikant ($p < 0,001$) bei extrakorporaler Bypasszeit über 97 Minuten.

Zur weiteren Aufschlüsselung der Veränderung der Intensivdauer bei Patienten mit einer extrakorporalen Zirkulationsdauer kürzer oder länger als 97 Minuten dient folgendes Diagramm.

Ergebnisse

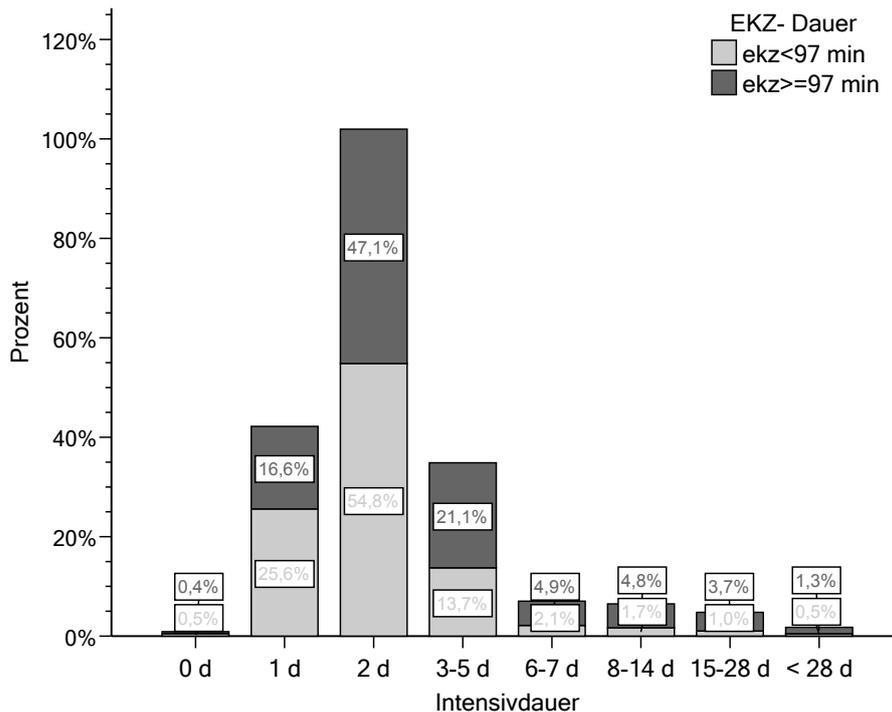


Abb. 48: Absolute Verweildauer auf Intensivstation bei Patienten mit einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten:

Legende:

EKZ Extrakorporale Zirkulation

Die Abbildung beschreibt eine signifikante Linksverschiebung ($p < 0,001$) der Intensivliegedauer bei extrakorporaler Bypasszeit von 97 Minuten oder länger.

3.3.2.2.9. Infektionen

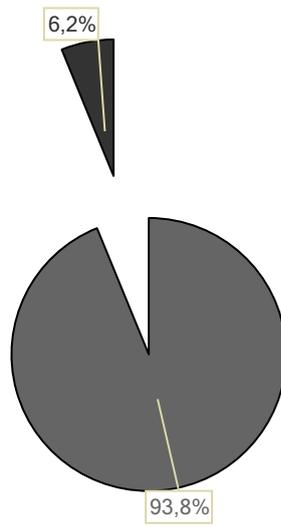


Abb. 49: Häufigkeit von Infektionen bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer (EKZ) von < 97 Minuten

Legende:

EKZ Extrakorporale Zirkulation

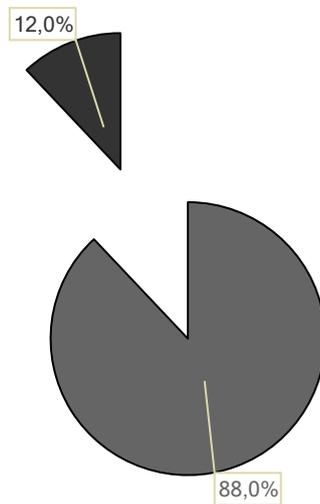


Abb. 50: Häufigkeit von Infektionen bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer (EKZ) von ≥ 97 Minuten

Legende:

EKZ Extrakorporale Zirkulation

Bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von unter 97 Minuten traten postoperativ in 6,2% der Fälle eine Infektion auf.

In der Vergleichsgruppe mit Dauer des kardiopulmonalen Bypasses 97 Minuten und länger trat in 12,0% der Fälle eine Infektion auf. Das Ergebnis war im Chi-Quadrat-Test mit $p < 0,001$ statistisch signifikant.

3.3.2.3. Schlussfolgerung zu den Ergebnissen

Bei einer Dauer der extrakorporalen Zirkulation wird ein kritischer Wert von über 97 Minuten für ein signifikant erhöhtes Risiko postoperativer Komplikationen angenommen (26). Die vorliegenden statistischen Berechnungen konnten diese Annahme bestätigen. Durchschnittlich 42,9% aller durchgeführten Eingriffe verlangten ein Verweilen an der Herz- Lungen- Maschine von mehr als 97 Minuten. Vor allem komplexere Operationen wie Klappeneingriffe kombiniert mit Bypass-Operation, Doppelklappen- Ersatz, Aorta- Ascendens- Ersatz und Herztransplantationen erforderten eine längere extrakorporale Zirkulationsdauer.

Ein statistischer Zusammenhang zwischen Dauer der extrakorporalen Zirkulationsdauer und der Notwendigkeit einer Notfallopération oder einer Operation im instabilen Zustand konnte nicht hergestellt werden.

Für die postoperativ erhobenen Outcome- Parameter bedeutete eine extrakorporale Zirkulationsdauer von mehr als 97 Minuten einen Anstieg aller Durchschnittswerte gegenüber dem Vergleichskollektiv.

So verlängerten sich bei extrakorporaler Zirkulationsdauer ≥ 97 Minuten statistisch signifikant die Beatmungsdauer, die Katecholamindosis stieg signifikant an, die Laktatkonzentrationen erreichten höhere Maximalwerte, die Punktwerte des SAPS und TISS stiegen an und der Intensivaufenthalt war signifikant länger.

Weiter hervorzuheben ist die Infektionsgefahr: so konnte bei 12,0% der Patienten mit Abgang von der HLM nach 97 Minuten oder länger eine Infektion nachgewiesen werden, hingegen bei nur 6,2% der Patienten mit Abgang von der HLM nach weniger als 97 Minuten.

Zu erkennen ist folglich ein gesteigerter Bedarf intensivmedizinischer Intervention und Pflege bei Patienten, die sich Operationen mit kardiopulmonaler Bypassdauer von 97 Minuten oder mehr unterziehen mussten.

3.3.3. Verteilung in standardisierten Altersgruppen

Für die folgenden Berechnungen wurde das Patientengut in drei Alterskategorien eingeteilt: Kategorie 1 bis 64 Jahre, Kategorie 2 von 65 bis 74 Jahre und Kategorie 3 ab 75 Jahre.

Diese Einteilung erfolgte anlehnend an vergleichbare Veröffentlichungen von Tuman et al. (45) Hannan et al. (15). Nach Tuman (45) wird der ältere Patient ab 65 Jahre definiert, die weitere Klassifikation „ab 75 Jahre“ soll die Risikozunahme bei Patienten älter 75 Jahre wegen stetig zunehmender nicht- kardialer Begleiterkrankungen abbilden.

Auch Hannan konnten demonstrieren, dass Alter über 75 Jahre ein signifikanter unabhängiger Prädiktor für Mortalität war als niedrigeres Alter (15).

3.3.3.1. Vergleich der standardisierten Alterskategorien hinsichtlich präoperativer Parameter

3.3.3.1.1. Geschlechtsverteilung

In der jüngsten Gruppe waren 1115 Patienten (45, 7%) vertreten, 880 (80, 4%) Männer und 214 (19, 6%) Frauen. In der Gruppe der 65- bis 75- jährigen wurden 923 (37, 8%) Eingriffe durchgeführt, davon 613 (67, 2%) an Männern, 299 (32, 8%) an Frauen.

In der ältesten Gruppe lag die Zahl bei 403 (16, 5%) Eingriffen, mit 225 (56, 3%) an männlichen und 175 (43, 8%) an weiblichen Patienten.

Die Ergebnisse waren im Chi- Quadrat- Test mit $p < 0, 001$ statistisch signifikant.

3.3.3.1.2. Durchgeführte Eingriffe

Die Diagramme zeigen die Verteilung der Eingriffe in den 3 verschiedenen Alterskategorien auf.

Ergebnisse

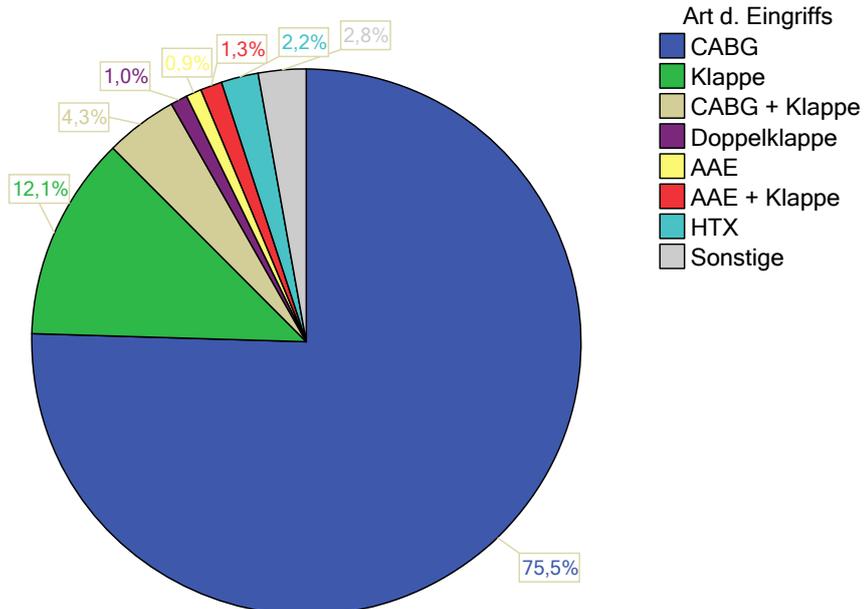


Abb. 51: Durchgeführte Eingriffe in der Gruppe der Patienten bis 64 Jahre

Legende:

CABG Coronary Artery Bypass Graft

AAE Aorta- Ascendens- Ersatz

HTX Herztransplantation

Ergebnisse

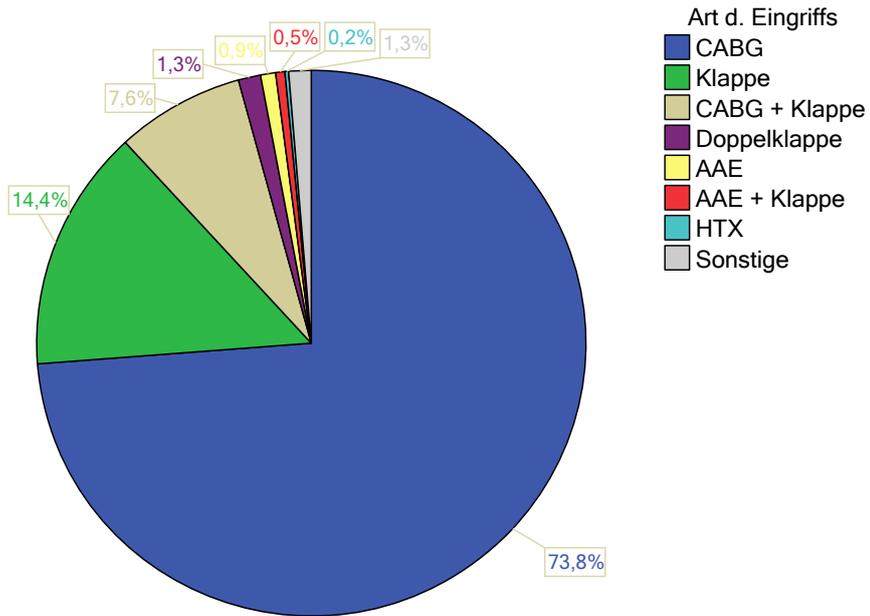


Abb. 52: Durchgeführte Eingriffe in der Gruppe der Patienten zwischen 65 und 74 Jahre

Legende:

CABG	Coronary Artery Bypass Graft
AAE	Aorta- Ascendens- Ersatz
HTX	Herztransplantation

Ergebnisse

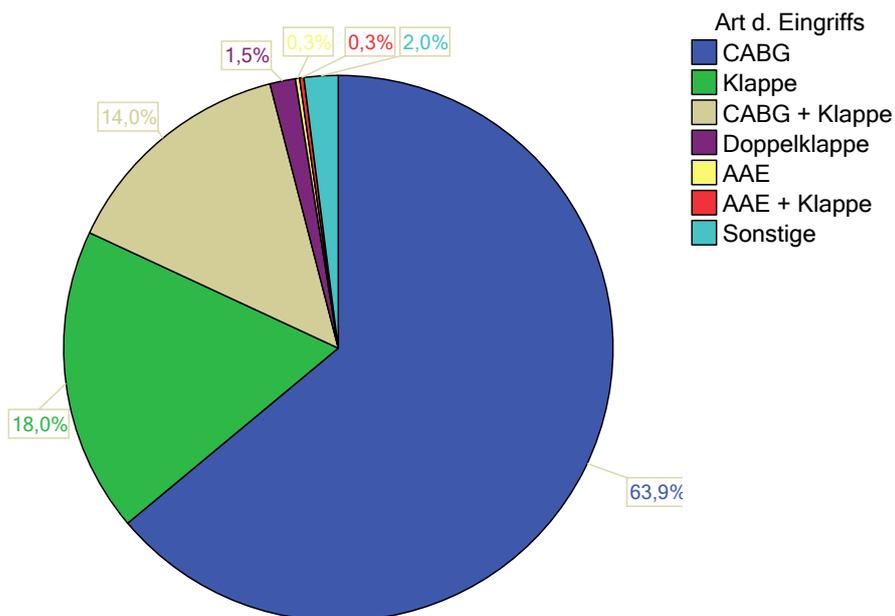


Abb. 53: Durchgeführte Eingriffe in der Gruppe der Patienten ab 75 Jahre

Legende:

CABG Coronary Artery Bypass Graft

AAE Aorta- Ascendens- Ersatz

HTX Herztransplantation

Mit zunehmendem Alter stieg der Anteil der Klappenoperationen, wohingegen die Zahl der Bypassoperationen sank.

Die Ergebnisse waren mit $p < 0,001$ im Chi-Quadrat-Test statistisch signifikant.

3.3.3.1.3. Operation bei instabilem Zustand des Patienten

Von den Patienten, die in instabilem Zustand operiert werden mussten, sind 177 (43, 2%) der jüngsten Alterskategorie, 162 (39, 5%) der mittleren und 71 (17, 3%) der ältesten Gruppe zuzurechnen. In der Vergleichsgruppe wurden 927 (46, 2%) Patienten jünger als 65 Jahre, 753 (37, 5%) Patienten von 65 bis 75 Jahre und 322 (16, 3%) Patienten älter als 65 Jahre operiert.

Das Ergebnis war im Chi-Quadrat-Test mit $p = 0,540$ statistisch nicht signifikant.

3.3.3.1.4. Durchgeführte Notfalleingriffe

Die angesetzten Notfalloperationen verteilten sich mit 75 (50, 7%), 50 (33, 8%), und 23 (15, 5%) Fällen auf die Alterskategorien eins bis drei. Im Vergleichskollektiv traten 1027 (45, 3%), 865 (38, 1%) und 376 (16, 6%) Fälle in den entsprechenden Gruppen auf.

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test mit $p = 0,433$ statistisch nicht signifikant.

3.3.3.2. Vergleich der standardisierten Alterskategorien hinsichtlich intra- und postoperativer Parameter

3.3.3.2.1. Extrakorporale Zirkulationsdauer

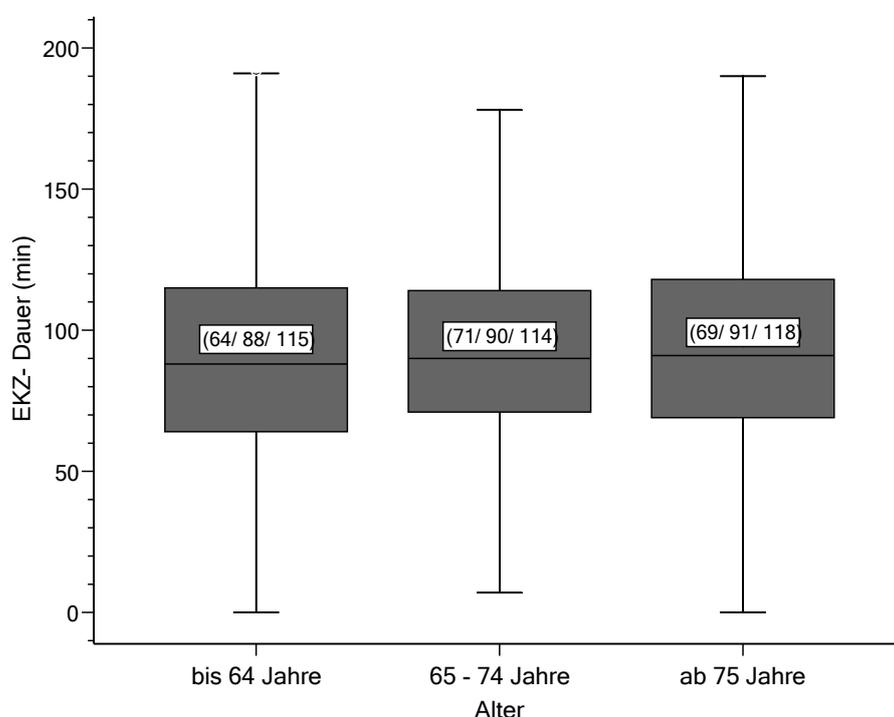


Abb. 54: Vergleich der extrakorporalen Zirkulationsdauer in den drei Alterskategorien:

Legende:

EKZ Extrakorporale Zirkulation

Als nicht signifikant ($p = 0,110$) stellte sich der Anstieg der extrakorporalen Zirkulationsdauer mit Zunahme des Alters gemäß den drei definierten Kategorien dar.

3.3.3.2.2. Aortale Abklemmzeit

Ein ähnliches Bild ergab sich bei Vergleich der aortalen Abklemmzeit in den drei Kategorien.

Ergebnisse

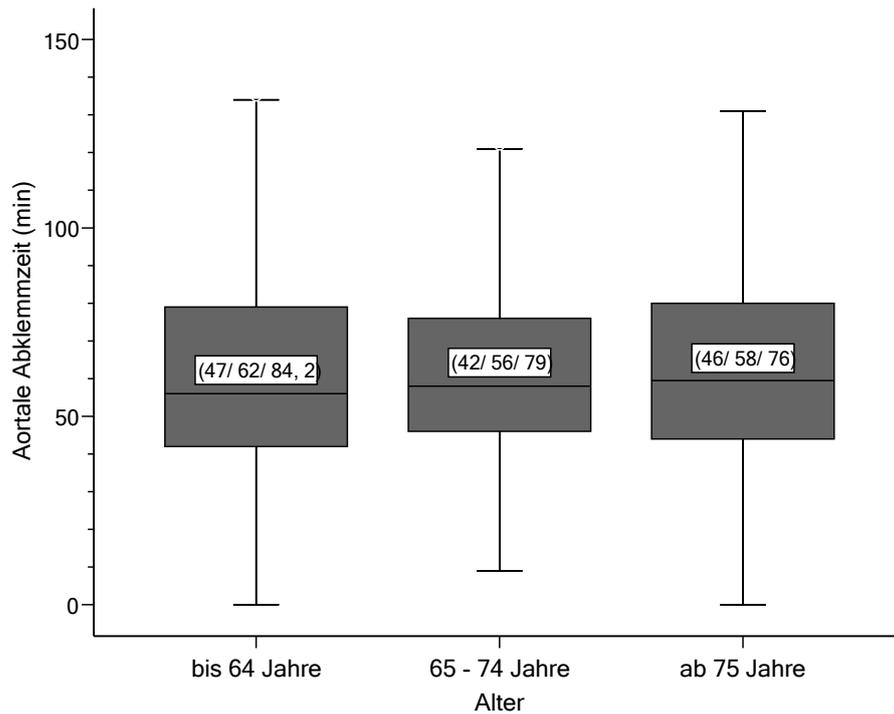


Abb. 55: Aortale Abklemmzeit in den drei Alterskategorien

Die Verlängerung der aortalen Abklemmzeit je Alterskategorie erwies sich im Kruskal-Wallis-Test als statistisch nicht signifikant ($p=0,141$).

3.3.3.2.3. Simplified Acute Physiology Scores (SAPS)

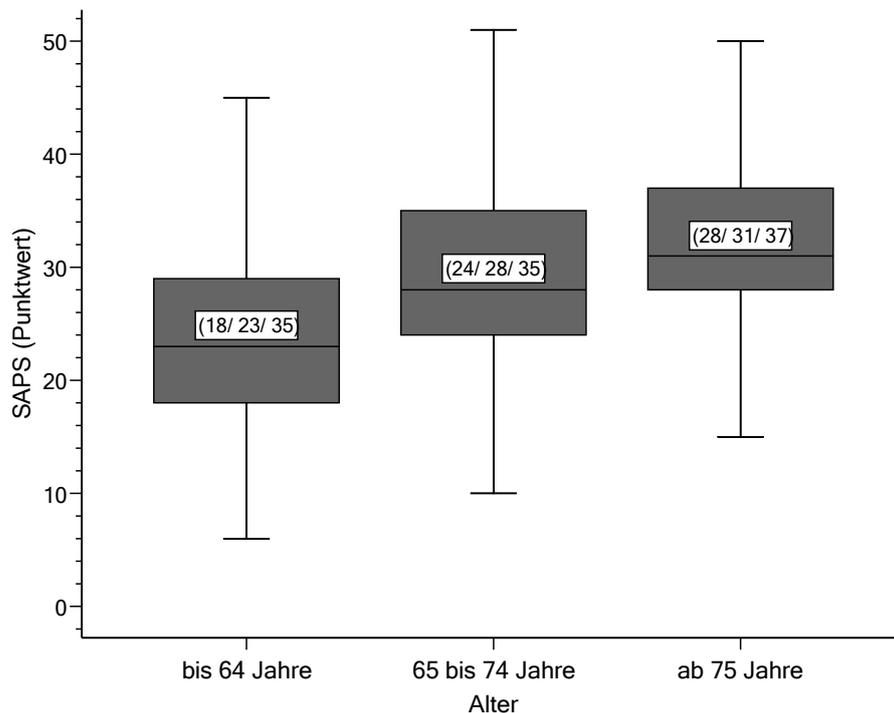


Abb. 56: Punktwert des Simplified Acute Physiology Scores in den drei Alterskategorien

Legende:

SAPS Simplified Acute Physiology Score

Das Ansteigen des medianen Punktwertes des Simplified Acute Physiology Scores (SAPS) korrelierte mit Zunahme des Alters.

Das Testergebnis war im Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Die drei Alterskategorien wurden untereinander mittels Mann- Whitney- U- Test auf statistischen Zusammenhang geprüft und für signifikant befunden.

3.3.3.2.4. *Therapeutic Intervention Score Systems (TISS)*

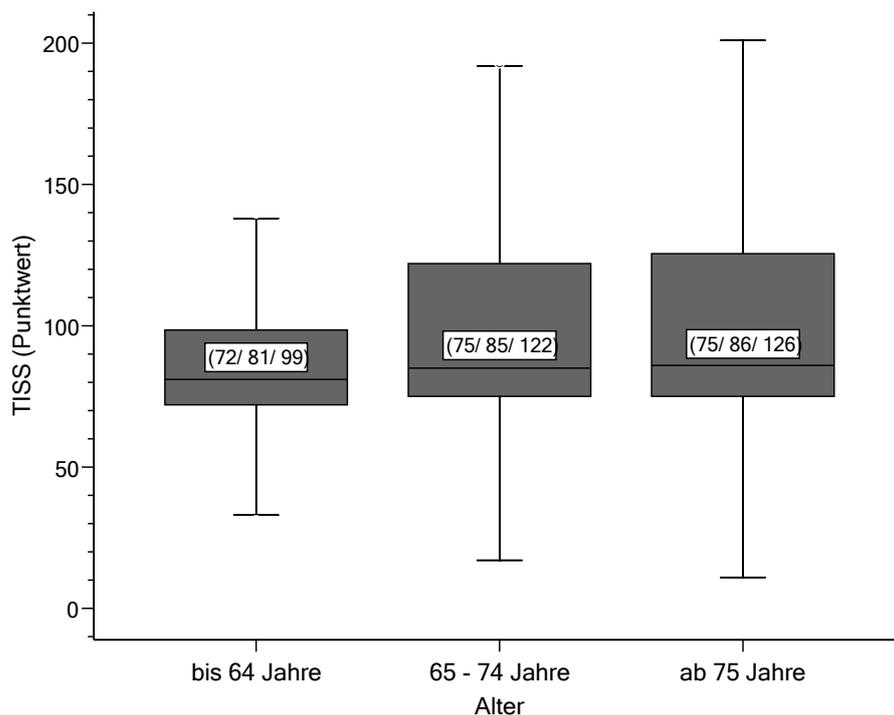


Abb. 57: Punktwerte des Therapeutic Intervention Scoring Systems (TISS) in den drei Alterskategorien

Legende:

TISS Therapeutic Intervention Score System

Das Testergebnis war im Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Einen merklichen Anstieg der medianen Punktwerte des TISS konnte man vor allem im Vergleich der Patienten unter 65 Jahren gegenüber den älteren Patienten beobachten.

Auf Paarebene konnte für den Vergleich der Alterskategorie 2 mit Alterskategorie 3 keine statistische Signifikanz bewiesen werden.

3.3.3.2.5. *Beatmungsdauer*

Die mediane Beatmungsdauer in Stunden wurde für die drei definierten Altersgruppen gegenübergestellt.

Ergebnisse

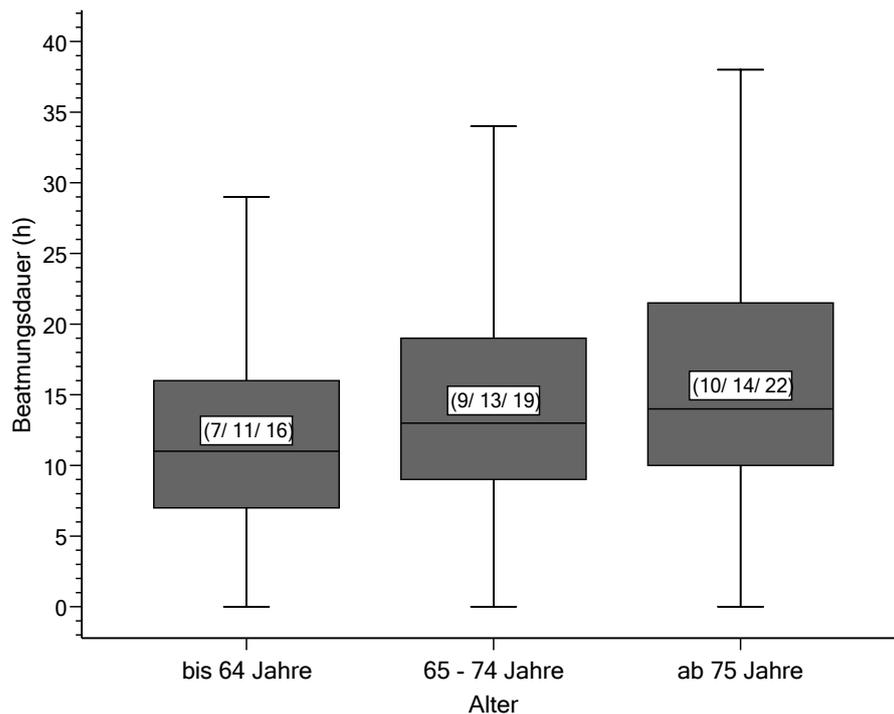


Abb. 58: Vergleich der Beatmungsdauer in den drei Alterskategorien:

Zu bemerken war eine stetige Zunahme der Beatmungsdauer mit Zunahme des Alters, wobei sich wiederum der signifikante Anstieg für das Patientenkollektiv ab dem 65. Lebensjahr ereignete.

Das Testergebnis war im Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$). Auf Paarebene beim Vergleich der Alterskategorie 2 mit Alterskategorie 3 konnte keine statistische Signifikanz bewiesen werden.

3.3.3.2.6. Katecholamingabe

Im folgenden Abschnitt soll die Katecholaminpflichtigkeit (Adrenalin und/ oder Noradrenalin) und -dosis in den drei Alterskategorien ermittelt werden.

Ergebnisse

Tab. 30: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Katecholaminen in den drei Alterskategorien:

	katecholaminpflichtig	katecholaminfrei
bis 64 Jahre	71, 1%	28, 9%
65 - 74 Jahre	76, 8%	23, 2%
ab 75 Jahre	80, 3%	19, 7%

Die Katecholaminpflichtigkeit nahm mit jeder Alterskategorie signifikant ($p < 0, 001$) zu.

3.3.3.2.6.1. Adrenalingabe

Tab. 31: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Adrenalin in den drei Alterskategorien.

	adrenalinpflichtig	adrenalinfrei
bis 64 Jahre	55, 7%	44, 3%
65- 74 Jahre	60, 2%	39, 8%
ab 75 Jahre	64, 2%	35, 8%

Mit jeder Alterskategorie stieg die Adrenalinpflichtigkeit signifikant ($p = 0, 008$) an.

Ergebnisse

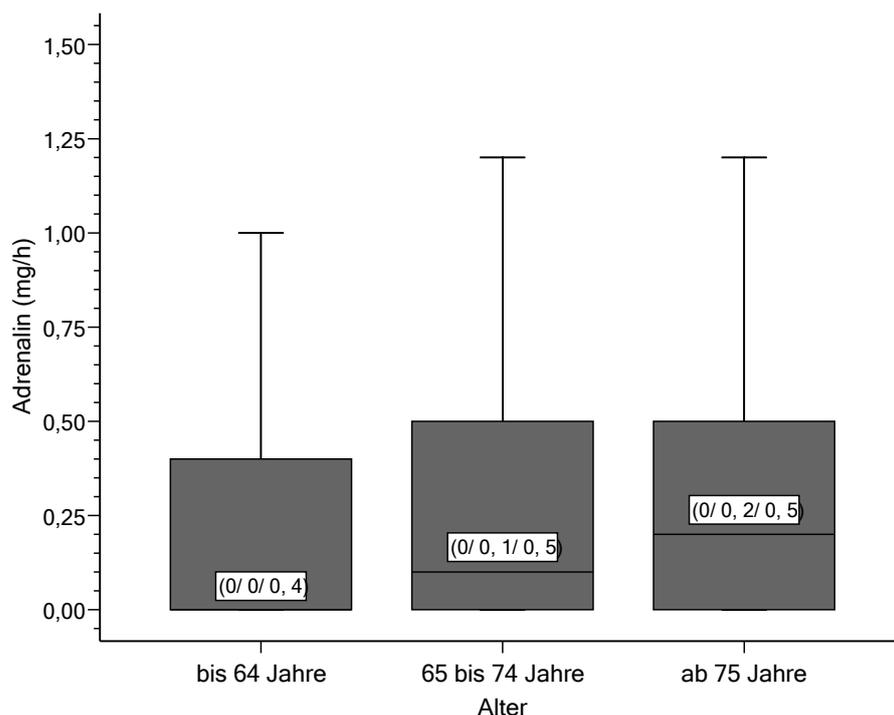


Abb. 59: Vergleich der verabreichten Maximaldosis von Adrenalin in den drei Alterskategorien

Beobachtet wurde eine nicht signifikante Zunahme ($p=0,050$) der median verabreichten Adrenalindosis von 0 mg/h in Alterskategorie 1 über 0,1 bzw. 0,2 mg/h in den Alterskategorien 2 bzw. 3.

3.3.3.2.6.2. Noradrenalin

Tab. 32: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Noradrenalin in den drei Alterskategorien

	noradrenalinpflichtig	noradrenalinfrei
bis 65 Jahre	57,0%	43,0%
65- 75 Jahre	60,8%	39,2%
ab 75 Jahre	66,8%	33,2%

Demnach stieg der Anteil noradrenalinpflichtiger Patienten mit Zunahme des Alters stetig an:

Das Ergebnis war mit $p=0,003$ im Chi-Quadrat-Test statistisch signifikant.

Ergebnisse

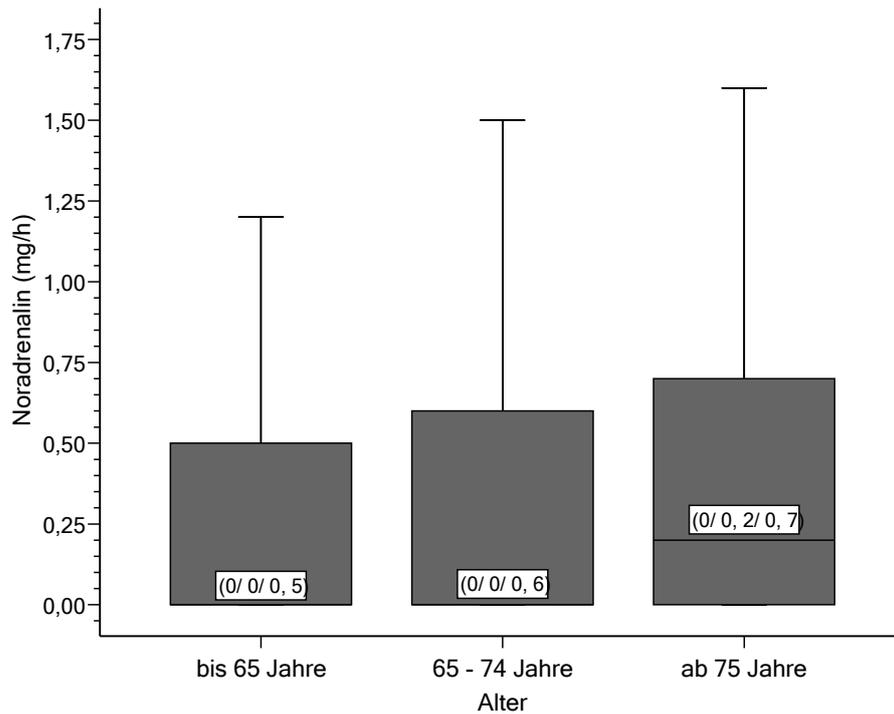


Abb. 60: Vergleich der verabreichten Maximaldosis von Noradrenalin in den drei Alterskategorien:

Die mediane Dosis verabreichten Noradrenalins nahm signifikant für Patienten ab 75 Jahre zu.

Das Testergebnis war im Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$). Auf Paarebene konnte für den Vergleich der Alterskategorie 1 mit Alterskategorie 2 im Mann-Whitney- U- Test keine Signifikanz belegt werden.

3.3.3.2.7. Blutprodukte

3.3.3.2.7.1. Erythrozytenkonzentrate

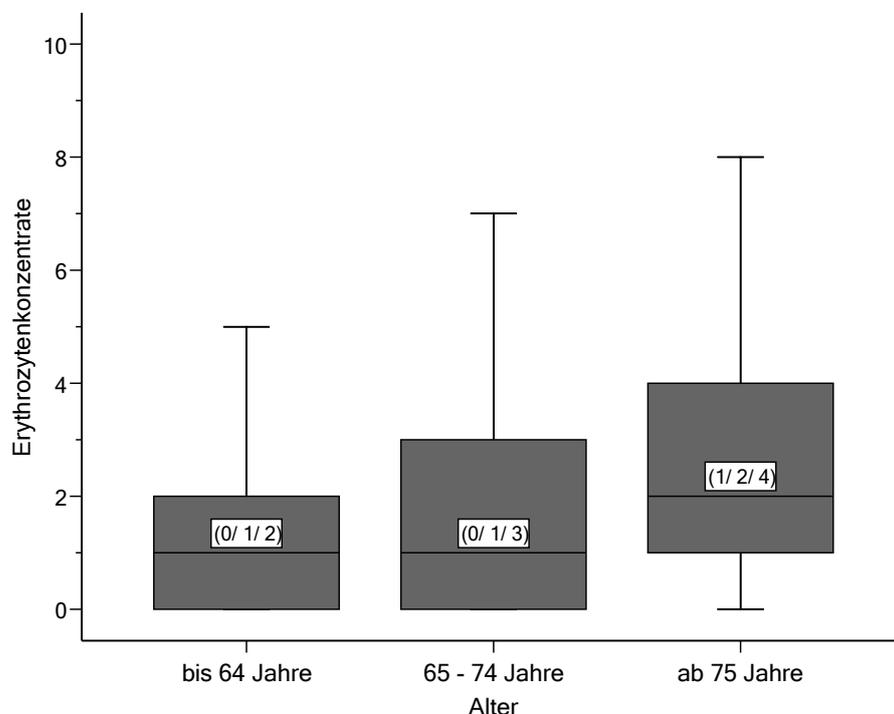


Abb. 61: Verabreichte Erythrozytenkonzentrate in den drei Alterskategorien

Mit höherem Alter erhöhte sich ausschließlich der Bedarf an Erythrozytenkonzentrat, ersichtlich aus folgender Abbildung

Das Testergebnis war im Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Auch im Paarvergleich lag statistische Signifikanz vor.

3.3.3.2.7.2. Fresh- Frozen- Plasma- Konzentrate

Der Vergleich der durchschnittlich verabreichten Anzahl an Fresh- Frozen- Plasma- Konzentraten in den drei Alterskategorien ergab für Median und Quartile jeweils Werte von (0/ 0 (Median)/ 0).

Statistisch bestand mit $p = 0,502$ im Kruskal- Wallis Test keine Signifikanz.

Auf die grafische Darstellung wurde verzichtet.

3.3.3.2.7.3. Thrombozytenkonzentrate

Der Vergleich der durchschnittlich verabreichten Anzahl an Thrombozytenkonzentraten in den drei Alterskategorien ergab für Median und Quartile jeweils Werte von (0/ 0 (Median)/ 0).

Auch in diesem Fall war das Ergebnis in der angewandten Testmethode (Kruskal-Wallis- Test) mit $p= 0, 504$ statistisch nicht signifikant.

Auf die grafische Darstellung wurde verzichtet

3.3.3.2.8. Laktatwerte

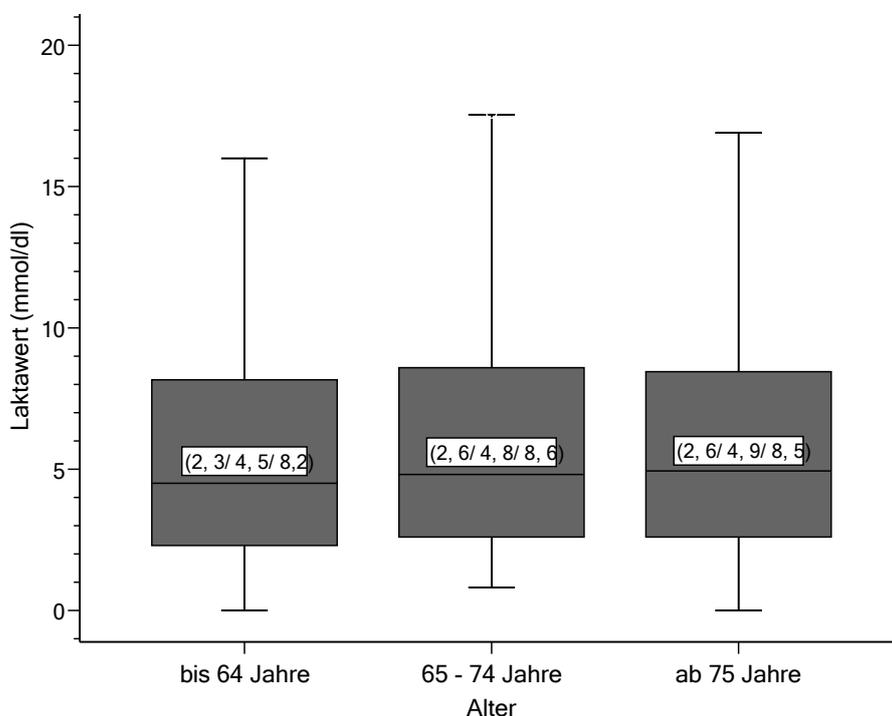


Abb. 62: Laktatwerte bei Patienten der drei Alterskategorien

Die Gegenüberstellung der höchsten gemessenen Laktatkonzentration in den drei Altersgruppen zeigte in der Berechnung einen diskreten, nicht signifikanten, Zusammenhang ($p= 0, 150$) zwischen zunehmendem Alter und Anstieg der Laktatkonzentration.

3.3.3.2.9. Intensivdauer

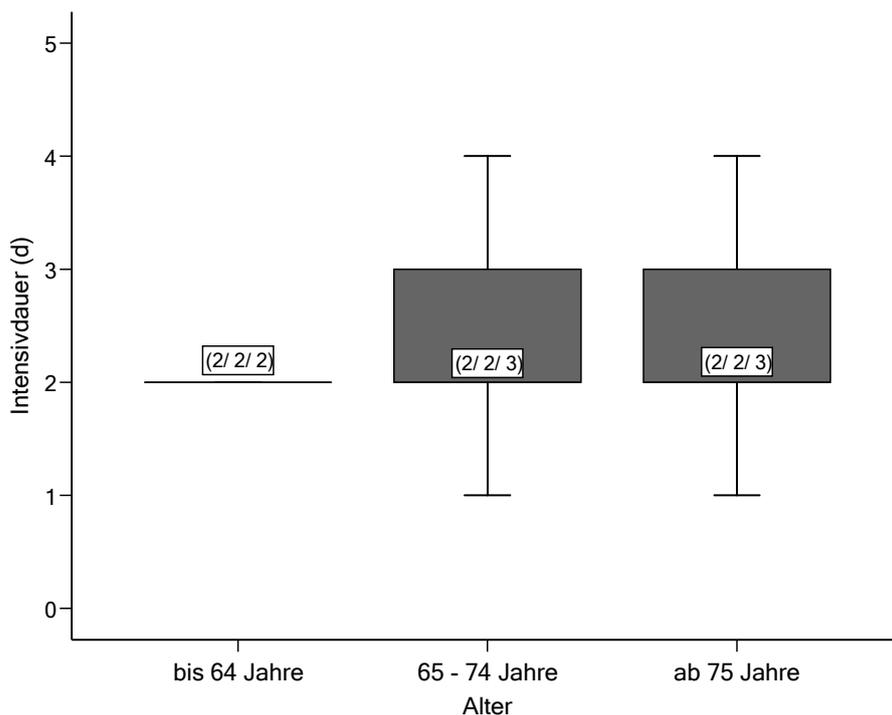


Abb. 63: Aufenthaltsdauer der Patienten der drei Alterskategorien auf Intensivstation:

Für die Verweildauer auf Intensiv galt ein signifikanter Anstieg der 75%- Quartilen in den Alterskategorien 2 und 3 gegenüber Kategorie 1.

Das Testergebnis war im Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Dabei ergab die Gegenüberstellung der Alterskategorie 2 mit 3 keine statistische Signifikanz

Zur weiteren Aufschlüsselung der Veränderung der Intensivdauer bei Patienten in den drei Alterskategorien dient folgendes Diagramm.

Ergebnisse

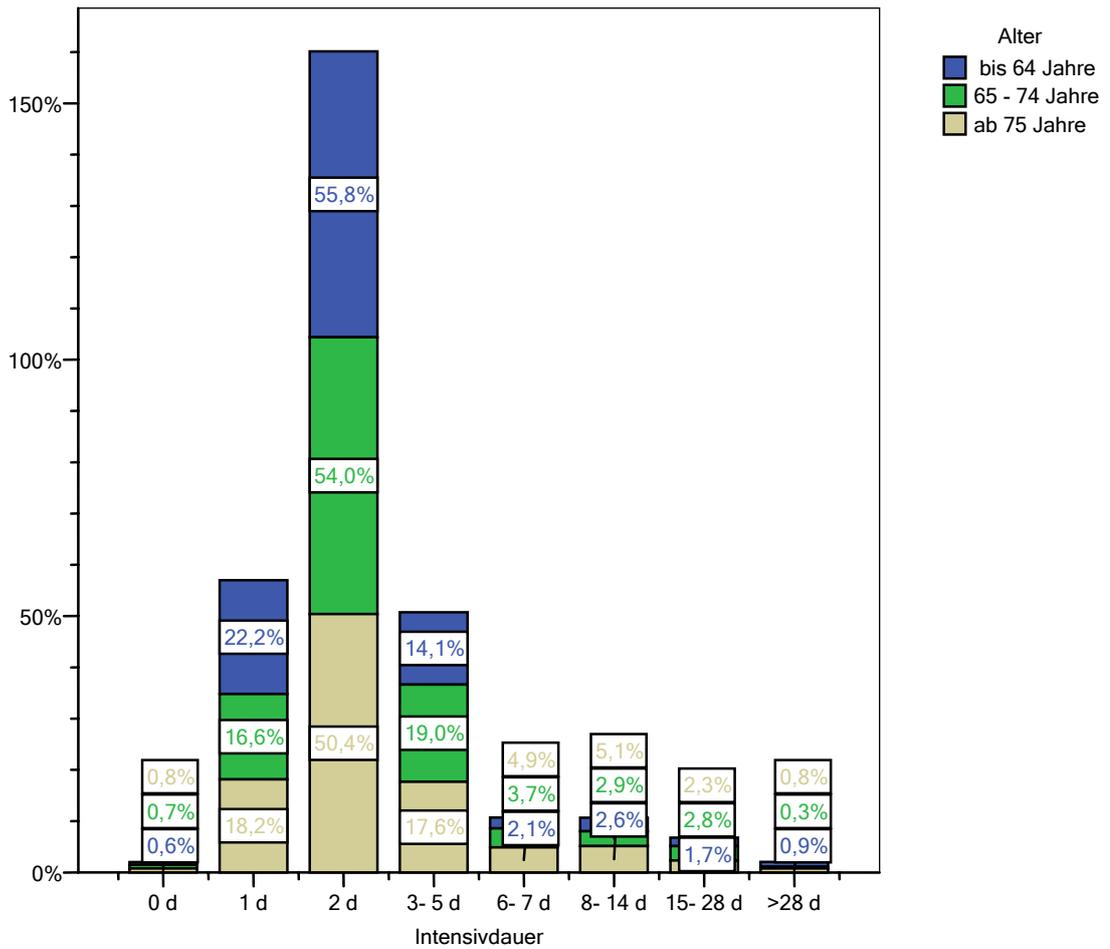


Abb. 64: Absolute Verweildauer auf Intensivstation in den drei Alterskategorien:
Für ältere Patienten zeichnete sich eine Tendenz zu längeren Intensivzeiten ab.
Das Ergebnis im Chi- Quadrat- Test war mit $p < 0,001$ statistisch signifikant.

3.3.3.2.10. Infektionen

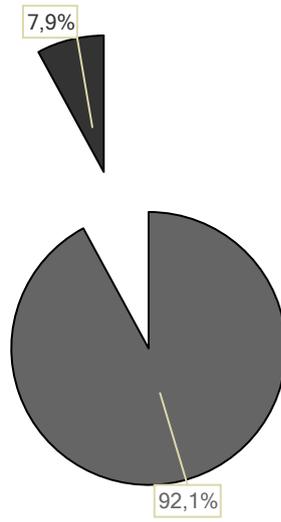


Abb. 65: Häufigkeit postoperativer Infektionen bei Patienten bis 64 Jahre

Ergebnisse

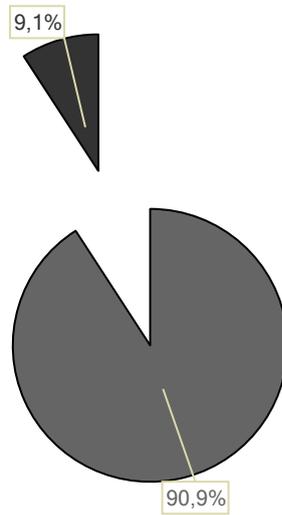


Abb. 66: Häufigkeit postoperativer Infektionen bei Patienten zwischen 65 und 74 Jahre

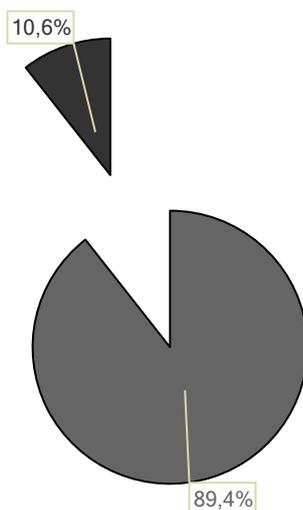


Abb. 67: Häufigkeit postoperativer Infektionen bei Patienten ab 75 Jahre

In der Kategorie der Patienten bis 64 Jahre litten 7,9% der Patienten postoperativ an einer Infektion. In der Gruppe der 65- bis 74- jährigen stieg die Anzahl an Patienten, bei denen eine Infektion nachgewiesen werden konnte bereits auf 9,1% an. Für Patienten ab 75 Jahre lag die Rate postoperativer Infektionen sogar bei 10,2%. Das Ergebnis erwies sich im Chi- Quadrat- Test als statistisch signifikant ($p > 0,001$).

3.3.3.3. Schlussfolgerung zu den Ergebnissen

Der Vergleich des Kollektivs in drei verschiedenen Altersstufen diente zur Abschätzung eines vermuteten erhöhten Operationsrisikos bei älteren Patienten:

Die meisten Patienten gehörten der Gruppe der unter 65- jährigen an (45,7%), die wenigsten der Gruppe der über 75- jährigen (16,5%).

Dabei war der Frauenanteil in der Gruppe der über 75- jährigen mit 43,8% am höchsten (in Kategorie1: 19,6% Frauen, in Kategorie 2: 32,8% Frauen).

Folgende Unterschiede waren in der Verteilung der durchgeführten Eingriffe auf die drei Altersgruppen zu bemerken:

Der prozentuale Anteil an Aortenklappenersatz stieg mit Zunahme des Alters an, hingegen arterielle Bypässe, Aorta- Ascendens- Ersatz und Transplantationen wurden anteilmäßig am häufigsten bei Patienten unter 65 Jahren durchgeführt.

Nach Auswertung der klinischen Outcome- Parameter fiel eine deutliche Zunahme der mittleren Beatmungsdauer mit Zunahme des Alters auf.

Der mittlere Punktwert des SAPS erhöhte sich signifikant in den drei Alterskategorien. Zudem stieg der Punktwert des TISS signifikant zwischen Alterskategorie 1 und 2 bzw. 3 an. Mit höherem Alter war ein Anstieg der Katecholaminpflichtigkeit, sowie Dosis (für Noradrenalin signifikant) der Applizierung zu beobachten.

Für die Zahl transfundierter Erythrozytenkonzentrate galt ein Anstieg mit Zunahme des Patientenalters.

Die Dauer des Intensivaufenthaltes verlängerte sich ab dem 65. Lebensjahr: die Rate derer Patienten, welche nach dem ersten oder zweiten postoperativen Tag die Intensivstation verließen, sank mit zunehmendem Alter. Analog stieg die Zahl der Intensivaufenthalte mit Dauer von 3 bis 5 bzw. 6 bis 7 Tagen oder mehr für die Alterskategorien ab 65 bzw. ab 75 Jahren.

Weiterhin erreichte das Infektionsrisiko in 7,9% der nachgewiesenen Fälle in Kategorie 1 und 9; 1% in Kategorie 2 einen Maximalwert von 10, 2% in Kategorie 3.

Im vorliegenden Abschnitt bildeten sich im Vergleich zu den vorangegangenen, bearbeiteten Fragestellungen einige nicht statistisch signifikante Ergebnisse heraus.

So waren die Werte für die Zahl verabreichter Fresh- Frozen- Plasma- und Thrombozytenkonserven statistisch nicht signifikant.

Auch die Erhebung der mittleren Laktatwerte, der mittleren aortalen Abklemmzeit und extrakorporalen Zirkulationsdauer brachte keine statistische Signifikanz mit sich.

Für diese Berechnungen war folglich kein statistisch nachzuweisender Unterschied für die jeweiligen Durchschnittswerte in den drei Alterskategorien zu erbringen.

Als Schlussfolgerung ergibt sich, dass fortgeschrittenes Alter ein Risiko für Komplikationen darstellt. Dieses scheint auch vom gesundheitlichen präoperativen Zustand des Patienten abhängig. Ein schlechterer präoperativer Zustand bedeutete auch einen erhöhten postoperativen Pflegeaufwand.

3.3.4. Mortalität

Die Mortalitätsrate schloss zum einen die Patientengruppe ein, die intraoperativ oder postoperativ auf der Intensivstation verstarben. In einer zweiten Gruppe waren all diejenigen Patienten erfasst, die postoperativ nach Verlegung auf Normalstation oder während der Rehabilitationsphase verstarben.

In den Jahren 1997 bis 2000 verstarben bei 3171 durchgeführten Eingriffen 83 (2,6%) Patienten intraoperativ oder auf Intensivstation. 40 (1,3%) weitere Patienten verstarben in der Folge des Eingriffes nach Verlegung von der Intensivstation.

Als 30- Tage- Mortalität für die Jahre 1997 bis 2000 wurden folgende Werte vermittelt:

Tab. 33: 30- Tage- Mortalität in den Jahren 1997 bis 2000

<u>30d- Mortalität</u>	
1997	4,3%
1998	3,2%
1999	2,7%
2000	3,3%

Es schließt sich eine Gegenüberstellung ausgewählter Parameter zur Beurteilung der Sterblichkeit nach herzchirurgischen Eingriffen an.

3.3.4.1. Vergleich der Mortalitätsrate hinsichtlich präoperativer Parameter

3.3.4.1.1. Geschlechtsverteilung

Von 1288 an Männern durchgeführten Eingriffen verstarben 51 (2,3%) Patienten intraoperativ bzw. auf Intensivstation und 24 (1,1%) Patienten nach Verlegung. Von 858 operierten Frauen verstarben 32 (3,5%) Patientinnen intraoperativ bzw. auf Intensivstation und 15 (1,7%) Patientinnen nach Verlegung.

Tab. 34: Geschlechtsverteilung bei Exitus letalis:

	n	Exit. let. auf Intensivstation (%)	Exit. let. nach Verlegung (%)
♂	2288	2,3	1,1
♀	858	3,5	1,7

Legende:

Exit. let. Exitus letalis

Das Ergebnis war mit $p=0,049$ statistisch signifikant.

3.3.4.1.2. Altersverteilung

Aus folgender Tabelle wird die die Altersverteilung bei Exitus letalis ersichtlich:

Tab. 35: Sterblichkeitsrate in den einzelnen Altersgruppen:

Altersgruppe	Operationsausgang	Häufigkeit	Prozent
0 - 39 Jahre	kein Exit. let.	51	96,2
	Exit. let. auf Intensivstation	1	1,9
	Exit. let auf Normalstation	1	1,9
	Gesamtmortalität	2	3,8
40 - 49 Jahre	kein Exit. let.	134	99,3
	Exit. let. auf Intensivstation	1	0,7
	Gesamtmortalität	1	0,7
50 - 59 Jahre	kein Exit. let.	480	98,0
	Exit. let. auf Intensivstation	6	1,2
	Exit. let auf Normalstation	4	0,8
	Gesamtmortalität	10	2,0

Ergebnisse

60 - 69 Jahre	kein Exit. let.	880	96, 2
	Exit. let. auf Intensivstation	24	2, 6
	Exit. let auf Normalstation	11	1, 2
	Gesamt mortalität	35	3, 8
70 - 79 Jahre	kein Exit. let.	719	94, 5
	Exit. let. auf Intensivstation	29	3,8
	Exit. let auf Normalstation	13	1,7
	Gesamt mortalität	39	5, 5
80 - 89 Jahre	kein Exit.let.	75	90,4
	Exit.let. auf Intensivstation	6	7,2
	Exit.let auf Normalstation	2	2,4
	Gesamt mortalität	8	9, 6
Ab 90 Jahre	kein Exit.let.	4	100,0
	Gesamt mortalität	0	0, 0

Legende:

Exit. let.

Exitus letalis

Es sank die Überlebensrate von 99, 3% in Altersgruppe 2 (40- bis 50- jährige) kontinuierlich auf 90, 4% in Altersgruppe 6 (80- bis 90- jährige).

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test mit $p= 0, 048$ statistisch signifikant.

In einer weiteren Tabelle soll die Mortalität in den standardisierten Alterskategorien bis 64 Jahre, 65 - 74 Jahre und ab 75 Jahre erfolgen. Dabei manifestierte sich ein Ergebnis im Sinne einer zunehmenden Sterblichkeit mit Zunahme des Alters.

Tab. 36: Sterblichkeitsrate in den drei Alterskategorien:

Alterskategorie	Operationsausgang	Häufigkeit	Prozent
bis 64 Jahre	kein Exit. let.	1079	98
	Exit. let. auf Intensivstation	15	1,4
	Exit. let auf Normalstation	7	0,6
	Gesamt mortalität	22	2,0
65 - 74 Jahre	kein Exit. let.	867	95,1
	Exit. let. auf Intensivstation	32	3,5
	Exit. let auf Normalstation	13	1,4
	Gesamt mortalität	45	3,9
ab 75 Jahre	kein Exit. let.	371	93
	Exit. let. auf Intensivstation	18	4,5
	Exit. let auf Normalstation	10	2,5
	Gesamt mortalität	28	7,0

Legende:

Exit. let.

Exitus letalis

Hervorgehoben sei die deutliche Zunahme der Gesamt mortalität mit steigendem Alter.

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test mit $p < 0,001$ statistisch signifikant.

3.3.4.1.3. Durchgeführte Eingriffe

Anhand der folgenden zwei Tabellen soll aufgezeigt werden, wie hoch die Sterblichkeit der unterschiedlichen Eingriffe war.

Ergebnisse

In der ersten Tabelle wurden - wie bereits an früherer Stelle erläutert - die Eingriffe ihrer Art nach aufgeführt. In der zweiten Tabelle wurde gesondert auf die Sterblichkeit für den Hauptanteil der Eingriffe- Bypass- und Klappenoperationen- und deren exakter Operations- Planung eingegangen.

Dabei wurde unterschieden nach der absoluten Anzahl der Todesfälle bei den jeweils durchgeführten Eingriffen, sowie nach der prozentualen Mortalitätsrate bezogen auf die Art des Eingriffs.

Tab. 37: Sterblichkeitsrate bei den einzelnen durchgeführten Eingriffen:

Eingriff	Anteil	kein Exit. let.	Exit. let. Intensiv	Exit. let. Normalstation	Gesamt-mortalität
CABG	Häufigkeit	2190	57	21	78
	Prozent	96,6	2,5	0,9	3,4
Klappe	Häufigkeit	419	6	10	16
	Prozent	96,3	1,4	2,3	3,7
CABG + Klappe	Häufigkeit	227	13	5	18
	Prozent	92,7	5,3	2,0	7,3
Doppelklappe	Häufigkeit	38	3	1	4
	Prozent	90,5	7,1	2,4	9,5
AAE	Häufigkeit	35	1	0	1
	Prozent	97,2	2,8	0,0	2,8
AAE + Klappe	Häufigkeit	21	0	0	0
	Prozent	100,0	0,0	0,0	0,0
HTX	Häufigkeit	27	0	0	0
	Prozent	100,0	0,0	0,0	0,0
Sonstige	Häufigkeit	60	1	2	3

Ergebnisse

	Prozent	95,2	1,6	3,2	4,8
Gesamt	Häufigkeit	3017	81	39	120
	Prozent	96,2	2,6	1,2	3,8

Legende:

Exit. let.	Exitus letalis
CABG	Coronary Artery Bypass Graft
AAE	Aorta- Ascendens- Ersatz
HTX	Herztransplantation

Die Ergebnisse waren im Chi- Quadrat- Test mit $p=0,031$ statistisch signifikant.
Drei Patienten konnten wegen fehlender Werte nicht berücksichtigt werden.

Tab. 38: Sterblichkeitsrate der durchgeführten Eingriffe, differenziert in ihre Untergruppen:

Eingriffe	Anteil	kein Exit. let.	Exit. let. auf Intensiv	Exit. let. auf Normalstation	Gesamt- mortalität
1x CABG	Häufigkeit	189	2	0	2
	Prozent	99,0	1,0	0,0	1,0
2x CABG	Häufigkeit	510	14	3	17
	Prozent	96,8	2,7	0,6	3,3
3x CABG	Häufigkeit	824	16	13	29
	Prozent	96,6	1,9	1,5	3,4
4x CABG	Häufigkeit	520	16	6	22
	Prozent	95,9	3,0	1,1	4,1
5x CABG	Häufigkeit	121	9	0	9
	Prozent	93,1	6,9	0,0	6,9
6x CABG	Häufigkeit	10	0	0	0

Ergebnisse

	Prozent	100,0	0,0	0,0	0,0
AKE	Häufigkeit	315	4	9	13
	Prozent	96,0	1,2	2,7	3,9
MKE/ MKR	Häufigkeit	103	2	1	3
	Prozent	97,2	1,9	0,9	2,8
TKE/ TKR	Häufigkeit	9	0	0	0
	Prozent	100,0	0,0	0,0	0,0
AKE+ CABG	Häufigkeit	157	9	2	11
	Prozent	93,5	5,4	1,2	6,6
MKE/ MKR + CABG	Häufigkeit	62	4	2	6
	Prozent	91,2	5,9	2,9	8,8
TKE/ TKR + CABG	Häufigkeit	1	0	0	0
	Prozent	100,0	0,0	0,0	0,0
AKE+ MKE/ MKR	Häufigkeit	32	2	0	2
	Prozent	94,1	5,9	0,0	5,9
MKE/ MKR + TKE/ TKR	Häufigkeit	6	1	0	1
	Prozent	85,7	14,3	0,0	14,3

Ergebnisse

AKE + TKE/ TKR	Häufigkeit	1	0	0	0
	Prozent	100,0	0,0	0,0	0
AKE+ MKE/ MKR + TKE/ TKR	Häufigkeit	1	0	1	1
	Prozent	50,0	0,0	50,0	50,0
Gesamt	Häufigkeit	3048	83	40	123
	Prozent	96,1	2,6	1,3	3,9

Legende:

Exit. let.	Exitus letalis
CABG	Coronary Artery Bypass Graft
AKE	Aortenklappenersatz
MKE	Mitralklappenersatz
MKR	Mitralklappenrekonstruktion
TKE	Trikuspidklappenersatz
TKR	Trikuspidklappenrekonstruktion

Die Ergebnisse waren im Chi- Quadrat- Test mit $p < 0,001$ statistisch signifikant.

3.3.4.1.4. Sterblichkeit bei Eingriffen in instabilem Zustand**Tab. 39: Sterblichkeit bei Eingriffen in instabilem Zustand:**

	Anteil	kein Exit. let.	Exit. let. auf Intensiv	Exit. let. auf Normalstation	Gesamt- mortalität
Instabiler					
Zustand	Prozent	93, 8	4, 8	1, 4	6, 2
(n= 518)					
	Häufigkeit	486	25	7	32
Vergleichs- gruppe					
	Prozent	96, 7	2, 1	1, 2	3, 3
(n= 2610)					
	Häufigkeit	2524	54	32	86

Legende:

Exit. let. Exitus letalis

Bei 518 Operationen in instabilem Zustand überlebten 25 (4, 8%) Patienten den Eingriff bzw. die Intensivstation nicht. 7 (1, 4%) verstarben nach Verlegung. In der Vergleichsgruppe mit 2610 Eingriffen verstarben 54 (2, 1%) Patienten auf Intensiv und 32 (1, 2%) nach Verlegung.

Die Ergebnisse waren mit $p < 0, 001$ im Chi- Quadrat- Test statistisch signifikant.

3.3.4.1.5. Sterblichkeit bei Notfalleingriffen**Tab. 40: Sterblichkeit bei Notfalleingriffen**

	Anteil	kein Exit. let.	Exit. let. auf Intensiv	Exit. let. auf Normalstation	Gesamt- mortalität
Notfalleingriff (n= 190)	Prozent	92, 1	5, 8	2, 1	7, 9
	Häufigkeit	486	11	4	15
Vergleichs- gruppe (n= 2953)	Prozent	95, 5	2, 3	2, 2	4, 5
	Häufigkeit	2860	58	35	93

Legende:

Exit. let. Exitus letalis

Die Mortalitätsrate von 190 Notfalleingriffen lag bei 11 (5, 8%) Todesfällen intra- oder unmittelbar postoperativ, 4 (2, 1%) Todesfälle ereigneten sich nach Verlegung.

In der Vergleichsgruppe mit 2953 Eingriffen lagen die Zahlen bei 68 (2, 3%) bzw. 35 (2, 2%) Exitus letales.

Die Ergebnisse waren mit $p = 0,006$ im Chi-Quadrat-Test statistisch signifikant.

3.3.4.1.6. *Linksventrikuläre präoperative Auswurfleistung*

Tab. 41: Vergleich der Mortalitätsrate bei präoperativer linksventrikulärer Auswurfleistung von ≤ 40 bzw. $> 40\%$

	Anteil	kein Exit. let.	Exit. let. auf Intensiv	Exit. let. auf Normalstation	Gesamt mortalität
ef $\leq 40\%$ (n= 319)	Prozent	94, 6	4, 1	1, 3	5, 4
	Häufigkeit	302	13	4	17
ef $> 40\%$ (n= 2319)	Prozent	96, 6	2, 3	1, 1	3, 4
	Häufigkeit	2240	53	26	79

Legende:

Exit. let. Exitus letalis

ef linksventrikuläre Auswurfleistung

Für eine präoperative Auswurfleistung kleiner 40% wurde - wie in der Tabelle aufgezeigt- eine minimal erhöhte Sterblichkeit auf Intensivstation ermittelt.

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test mit $p= 0, 154$ statistisch nicht signifikant.

3.3.4.2. Vergleich der Mortalitätsrate hinsichtlich intra- und postoperativer Parameter

3.3.4.2.1. Extrakorporale Zirkulationsdauer

	Anteil	kein Exit. let.	Exit. let. auf Intensiv	Exit. let. auf Normalstation	Gesamt-mortalität
EKZ < 97 min (n= 1770)	Prozent	1735	15	20	37
	Häufigkeit	98,0	1, 1	0, 9	2, 0
EKZ ≥ 97 min (n= 1331)	Prozent	93, 7	4, 8	1, 5	6, 3
	Häufigkeit	1247	64	20	84

Legende:

Exit. let. Exitus letalis

EKZ Extrakorporale Zirkulation

Bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von länger als 97 Minuten bildete sich eine prozentual erhöhte Sterblichkeit auf Intensivstation ab.

Das Ergebnis war im Chi- Quadrat- Test mit $p < 0, 001$ statistisch signifikant.

3.3.4.2.2. Simplified Acute Physiology Scores (SAPS)

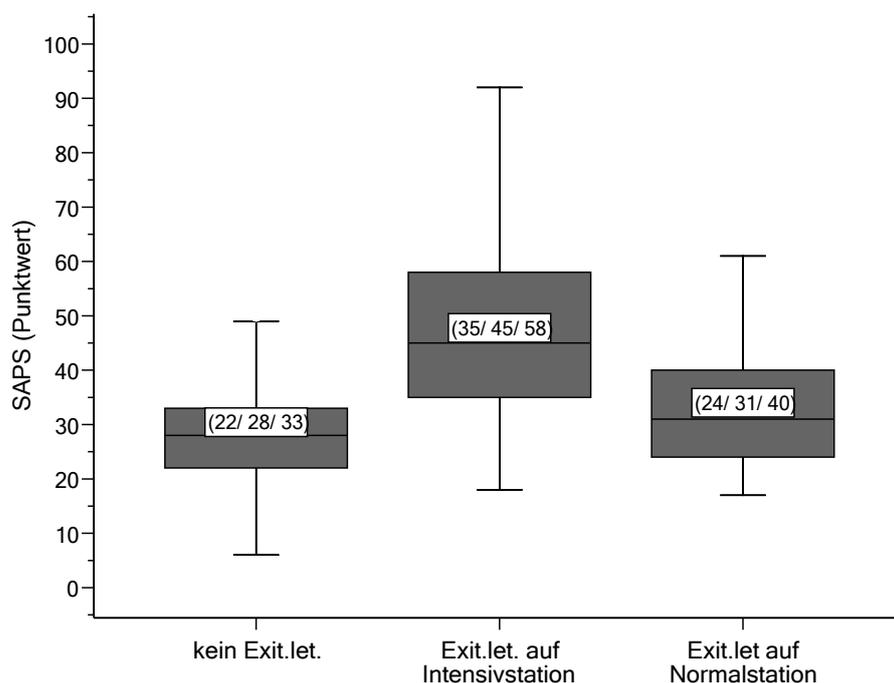


Abb. 68: Punktwert des Simplified Acute Physiology Scores bei Exitus letalis

Legende:

Exit. let. Exitus letalis

SAPS Simplified Acute Physiology Score

Eindrücklich widerspiegelt das Diagramm die deutliche Steigerung der SAPS- Punkte bei Patienten, welche im Verlauf des Eingriffs verstarben, insbesondere diejenigen, welche auf der Intensivstation verstarben.

Das Testergebnis war sowohl im Kruskal- Wallis- Test ($p < 0,001$) wie auch im Vergleich der drei Patientenkollektive untereinander mittels Mann- Whitney- U- Test statistisch signifikant.

3.3.4.2.3. Therapeutic Intervention Score Systems (TISS)

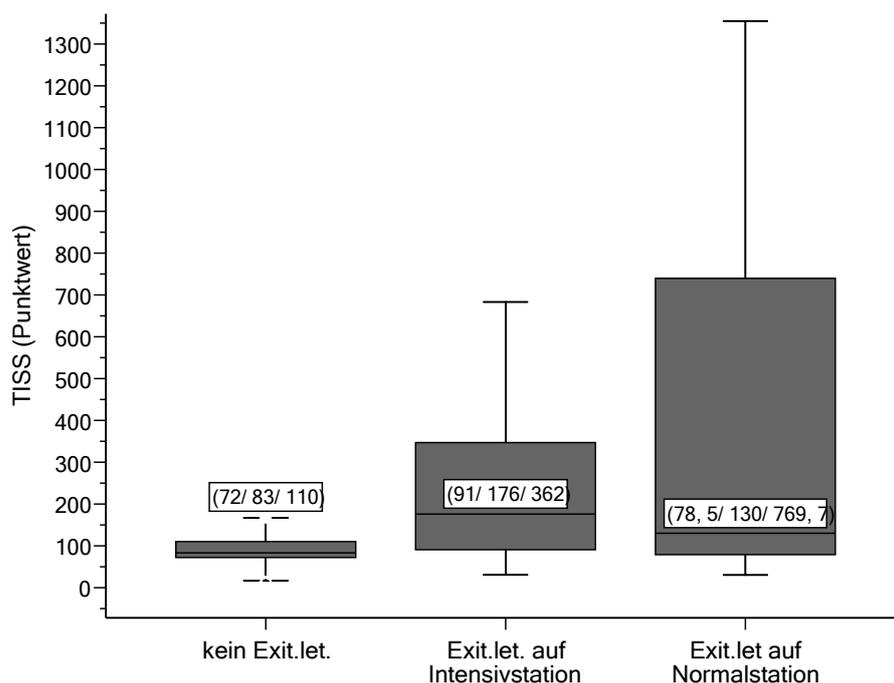


Abb. 69: Punktwert des Therapeutic Intervention Scoring Systems bei Exitus letalis

Legende:

Exit. let. Exitus letalis

TISS Therapeutic Intervention Score System

Auch das Bild des Punktwertes des Therapeutic Intervention Scores veränderte sich je nach Operationsverlauf im Sinne eines Anstiegs des medianen Punktwertes bei Exitus letalis, dargestellt in vorliegender Abbildung.

Das Testergebnis war im Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Im Paarvergleich bestand zwischen kein Exitus letalis und Exitus letalis auf Normalstation oder nach Verlegung bestand statistische Signifikanz.

3.3.4.2.4. Beatmungsdauer

Die folgende Darstellung zeigt einen Zusammenhang zwischen Operationsverlauf mit oder ohne Exitus letalis und der dabei aufgezeichneten Beatmungsdauer auf, ersichtlich aus folgender Abbildung.

Ergebnisse

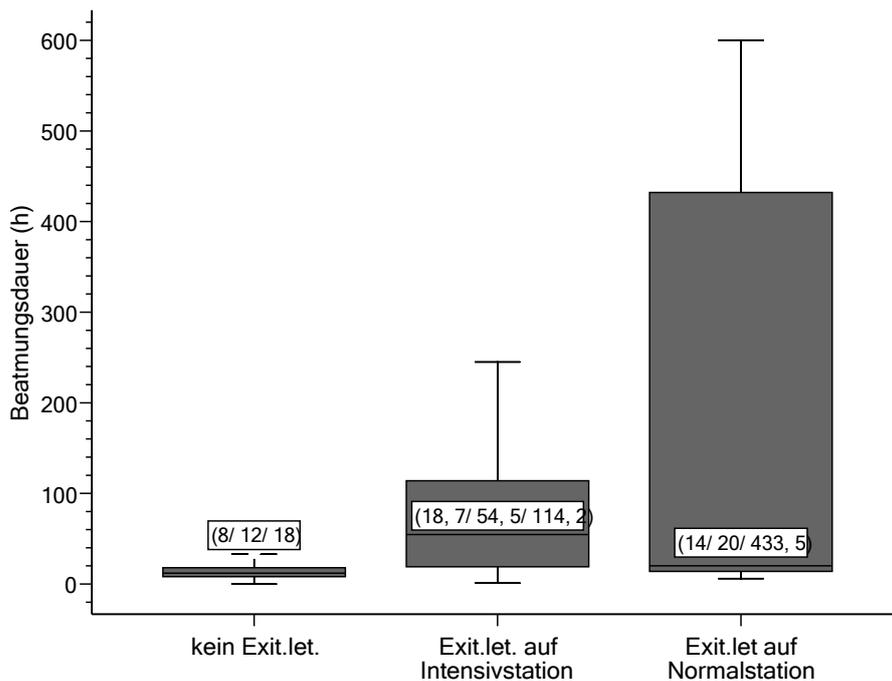


Abb. 70: Beatmungsdauer bei Exitus letalis

Legende:

Exit. let. Exitus letalis

Das Testergebnis war Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Im Paarvergleich lag statistische Signifikanz zwischen der Gruppe ohne Exitus letalis und dem Kollektiv mit Exitus letalis (auf Normal- bzw. Intensivstation) vor, hingegen nicht für den Vergleich der Kollektive mit Exitus letalis auf Intensivstation bzw. nach Verlegung auf Normalstation.

3.3.4.2.5. Laktatwerte

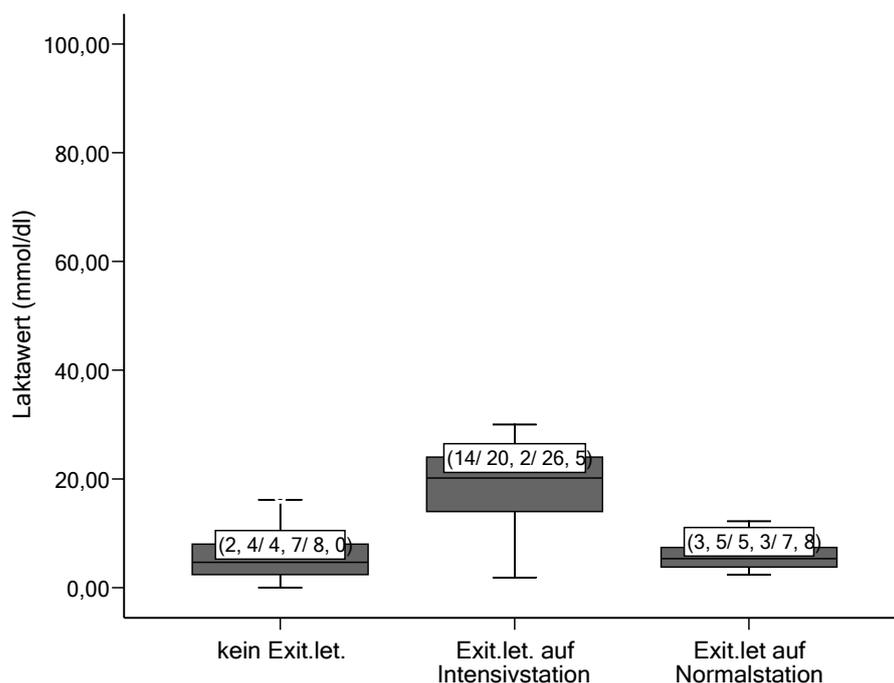


Abb. 71: Maximal erhobene Laktatwerte bei Exitus letalis

Legende:

Exit. let. Exitus letalis

Die maximale Laktatkonzentration derjenigen Patienten, die während des Intensiv Aufenthaltes verstarben war signifikant höher als die maximale Laktatkonzentration derjenigen Patienten, die kein Exitus letalis erlitten.

Das Testergebnis war im Kruskal- Wallis- Test statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Für die Gegenüberstellung kein Exitus letalis mit Exitus letalis auf Normalstation konnte hinsichtlich der Laktatwerte keine statistische Signifikanz ermittelt werden.

3.3.4.3. Schlussfolgerung zu den Ergebnissen

Die Mortalitätsrate errechnete sich in vorliegender Studie bei 2,6% intraoperativ oder auf Intensivstation, bzw. bei 1,3% nach Verlegung. Dabei war die Rate weiblicher verstorbener Patienten mit 3,5% bzw. 1,7% (auf Intensiv bzw. nach Verlegung) signifikant höher als die der Männer mit 2,3% bzw. 1,1%.

Dabei ist ein besonderes Augenmerk auf die Tatsache zu richten, dass die Mortalitätsrate nach Verlegung auf Intensivstation mit 1,7% bzw. 1,1% recht hoch erscheint.

Bypassoperationen wiesen eine höhere Sterblichkeitsrate- auf Intensivstation- (2, 5%) gegenüber Einfachklappen (1, 4%) auf. Dabei nahm die Sterblichkeit innerhalb der Bypassoperationen mit Zahl der Bypassimplantate zu.

Die hohe Mortalität nach Verlegung ist am ehesten für Klappeneingriffe (2, 7%), insbesondere für Aortenklappenersatz zurückzuführen ist. Als Konsequenz aus dieser Beobachtung wurden Patienten nach stattgehabtem Aortenklappenersatz nunmehr nur noch mit Schutzpacer versorgt auf Normalstation verlegt. Sowohl die Mortalität auf Intensiv wie auch nach Verlegung stieg mit höherem Alter an. Sie betrug 0, 7% in der Gruppe der 40- bis 50- jährigen und stieg auf fast 10% in der Gruppe der 80- bis 90- jährigen, bzw. von 2, 0% in Alterskategorie 1 über 3, 9% in Alterskategorie 2 auf 7, 0% in Alterskategorie 3.

Eine Ausnahme bildete die Patientengruppe der bis 40- jährigen mit einer Gesamtmortalität von 3, 8%. Ursache hierfür ist das geringe Patientenkollektiv (n= 51), wobei je ein Patient auf Intensiv bzw. nach Verlegung verstarb.

Operationen bei instabilem präoperativen Zustand und Notfalleingriffe zeigten ebenfalls gegenüber dem Vergleichskollektiv eine höhere Mortalitätsrate.

Eine extrakorporale Zirkulationsdauer über dem kritischen Wert von 97 Minuten bedeutete eine signifikante Zunahme des Mortalitätsrisikos.

Hingegen war die Zunahme des Mortalitätsrisikos bei kritischer präoperativer linksventrikulärer Auswurfleistung ($\leq 40\%$) von statistisch nicht signifikanter Größenordnung. Die täglich erhobenen Punktwerte des SAPS waren bei letal verlaufenen Krankheitsfällen weitaus höher als in der Vergleichsgruppe, wobei die Werte bei Versterben auf Intensivstation nochmals über denen des Versterbens auf Normalstation lagen.

Analog verhielten sich die Werte des TISS.

Die Beatmungsdauer unterschied sich, ebenfalls hochsignifikant, zwischen überlebenden und den verstorbenen Patienten.

Ein postoperativ letaler Verlauf war somit mit einem deutlich erhöhten intensivmedizinischen und pflegerischen Aufwand zur versuchten Stabilisierung des Patienten verbunden.

4. Diskussion

Die vorliegende Datenerhebung ist konzipiert als Grundlage zur Risikoanalyse, um an Hand vorliegender Parameter ein erhöhtes Operationsrisiko vorhersagen zu können. Auch soll ein Vergleich des postoperativen Outcome dieser Abteilung mit den Standards anderer herzchirurgischer Zentren angestellt werden, um eine Evaluierung der eigenen Arbeit zu ermöglichen.

4.1. Mögliche Prädiktoren für klinisches Outcome nach kardiochirurgischem Eingriff

4.1.1. Geschlechtsverteilung

Der jährlich erscheinende Bericht der Deutschen Gesellschaft für Thorax- und Herz-/Kreislaufchirurgie (21, 22, 23, 24) enthält eine statistische Zusammenfassung von Daten herzchirurgischer Eingriffe, erhoben an derzeit jährlich bis zu 80 teilnehmenden Zentren in Deutschland.

Die Studie wurde 1978 durch die Gesellschaft initiiert, um Entwicklung und Bedeutung der Herzchirurgie in Deutschland über die Jahre hinweg aufzuzeigen und es Herzchirurgen zu ermöglichen, die Arbeit ihres Zentrums mit der anderer zu vergleichen, um einen bundesweiten Standard auszubilden.

Hierzu wurde ein Fragebogen entwickelt, der Fragestellungen zu herzchirurgischen Standardeingriffen mit Einsatz der Herz- Lungen- Maschine (ausgenommen seltene Eingriffe z.B. bei kongenitalen Herzvitien) enthält, darunter auch die postoperative Sterblichkeitsrate. Bezüglich des präoperativen Status der Patienten wird nicht unterschieden.

Die Geschlechtsverteilung der in unserem Zentrum operierten Patienten im Zeitraum 1997- 2000 (vgl. 3.2.1.1) weicht nur gering von den Zahlen der genannten Leistungserfassung (21, 22, 23, 24) ab (Männer 71, 0% vs.69, 5%, Frauen 29, 0% vs. 30,5%).

Wie anhand vorliegender Zahlen aufgezeigt, ist die Rate an Frauen, die sich einem kardiochirurgischem Eingriff unterziehen müssen deutlich geringer als für Männer, jedoch ist bekannt, dass Herzerkrankungen weltweit Todesursache Nummer eins bei Frauen (2, 11, 12, 14, 16, 25, 31, 34, 38) sind.

Dabei sind Frauen einem höherem Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko nach kardiochirurgischem Eingriff ausgesetzt sind (11, 12, 14, 16, 25, 31, 34, 38).

Bei Betrachtung der Mortalitätsrate nach herzchirurgischen Eingriffen fällt bei der vorliegenden Untersuchung eine signifikant höhere Sterblichkeit weiblicher Patienten (3, 5% auf Intensiv, 1, 7% nach Verlegung) im Vergleich zu männlichen Patienten (2, 3% auf Intensiv, 1, 1% nach Verlegung) auf (vgl. 3.3.4.1.1). Auch in Statistiken aus USA nach Hogue et al. (18) liegt die 30- Tage Mortalitätsrate bei Frauen (5, 7%) höher als bei Männern (3, 5%).

Die Aufenthaltsdauer auf Intensivstation ist gemäß unserer Datenlage hierbei für Frauen mit durchschnittlich 6 Tagen im Gegensatz zu Männern mit 5 Tagen verlängert.

Ein bedeutender Risikofaktor, welcher in vorliegender Studie herausgearbeitet wurden, ist das höhere Alter der Patientinnen zum Zeitpunkt der Operation:

Tab. 42: Altersverteilung weiblicher und männlicher Patienten (vgl. 3.3.3.1.1)

	♀ (%)	♂ (%)
bis 65 Jahre	19, 6	80, 4
65-75 Jahre	32, 8	67, 2
ab 75 Jahre	43, 8	56, 3

Nach Hogue et al. (18) sind Frauen bei Manifestation einer Herzerkrankung im Median älter, leiden häufiger an Diabetes und Bluthochdruck, rauchen eher weniger, weisen häufiger eine 3-Gefäßerkrankung auf als Männer. Außerdem erleiden Frauen perioperativ bei jeder Art von Eingriff und in jeder Altersgruppe eine signifikant höhere Rate neurologischer Komplikationen.

Die Inzidenz neu aufgetretener postoperativer neurologischer Insulte (Schlaganfall, TIA, Koma) beträgt 3, 8% vs. 2, 4%. Außerdem ist die 30- Tage- Mortalität nach postoperativem neurologischem Insult für Frauen im Vergleich zu Männern signifikant erhöht (33, 0% vs. 28, 0%) (20).

Inwieweit die traditionellen Risikofaktoren (Alter, präoperativer Gesundheitszustand, Rauchen, Diabetes, Adipositas) das neurologische Defizit bedingen ist nicht hinreichend geklärt und bedarf weiterer Untersuchungen.

Unsere Zahlen zeigen, dass Patientinnen nach kardiochirurgischem Eingriff einem höheren Mortalitätsrisiko ausgesetzt sind als Männer. Dabei ist zu bemerken, dass signifikant mehr ältere als jüngere Frauen operiert werden. Es konnte aber keine weitere Korrelation mit anderen Risikofaktoren wie niedrige linksventrikuläre Auswurfleistung und längere extrakorporale Zirkulationsdauer nachgewiesen werden, welche die höhere Mortalität bedingen könnten. In der Literatur bestätigen sich diese Zahlen. Als Erklärung für die höhere Mortalitätsrate bei Frauen wird eine höhere Inzidenz an schweren Komorbiditäten angenommen (11, 12, 14, 16, 25, 31, 34, 38).

4.1.2. Altersverteilung

Die Altersgruppen 6, 7 und 8 unserer Studie (vgl. 2.3.2.1.2) entsprechen dem Patientengut der über 70-jährigen im Bericht der Deutschen Gesellschaft für Thorax- und Herz-/ Kreislaufchirurgie (21, 22, 23, 24). So findet sich ein prozentualer Anteil über 70-jähriger Patienten 1997 in unserem Zentrum bei 30,2%, in den teilnehmenden Zentren der Deutschen Gesellschaft für Thorax- und Herz-/ Kreislaufchirurgie bei 31,3%, 1998 bei 35,5% vs. 34,0%, 1999 bei 34,9% vs. 35,6% und im Jahr 2000 bei 38,3% vs. 36,7%. Man nimmt an, dass durch die demographische Änderung der Alterstruktur der Bevölkerung bis zum Jahr 2050 mehr als 25 Millionen über 80-jährigen in den USA leben werden, von denen etwa 40 Prozent kardiovaskulär erkrankt sind (1, 37, 41).

Somit ist dieser Patientengruppe besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

Auch im Beobachtungszeitraum unserer Studie zeigt sich bereits eine kontinuierliche Zunahme älterer Patienten. Vor allem die Gruppe der 80- bis 90-jährigen Patienten nimmt von anfangs 1,2% auf zuletzt 5,0% zu (vgl. 3.2.1.2). Insgesamt beträgt der Anteil über 75-jähriger Patienten 16,5% (vgl. 3.3.3.1).

Auch in der Abteilung für Herz- und Thoraxchirurgie des Universitätsspitals Basel (33) sind inzwischen mehr als 30% der Patienten mit Indikation zur Bypassoperation, Aortenklappenersatz oder kombiniertem Eingriff 70 Jahre und älter. Begleitend wird eine erhöhte „perioperative Mortalität und Morbidität durch bestehende oder durchgemachte Begleiterkrankungen“ beschrieben (33). Unsere Zahlen weisen ebenfalls erhöhte postoperative Morbidität anhand signifikanten Anstiegs von SAPS und TISS, von medianer Intensiv- und Beatmungsdauer, sowie von Katecholamin- und Transfusionspflichtigkeit mit Zunahme des Alters auf (vgl. 4.3)

In der Folge zeigt sich auch eine signifikant höhere Gesamtmortalität für Patienten älter als 75 Jahre (7,0%) gegenüber Patienten unter 65 Jahre (2,0%) bzw., für Patienten zwischen 65 und 75 Jahre (3,9%).

Die herzchirurgische Versorgung der älteren Patienten wird künftig Herausforderungen an die Operateure stellen. Es gilt abzuwägen, ob trotz optimierter Operationstechnik und Intensivmanagement der Patient hinsichtlich des postoperativen Outcomes von einer Operation profitieren wird.

4.1.3. Systolische linksventrikuläre Auswurfleistung

In unserem Zentrum sinkt die mediane systolische linksventrikuläre Auswurfleistung signifikant im Laufe der Beobachtungszeit von 65% (1997) auf 59% (2000) (vgl. 3.2.1.6.)

In der Fachliteratur gilt eine linksventrikulär systolische Auswurfleistung kleiner gleich 40% als Risikoparameter für erhöhte Morbiditäts- und Mortalitätsraten nach kardiochirurgischem Eingriff (1, 17, 26, 28).

Unsere Zahlen können diese Beobachtung anhand der erhobenen klinischen Parameter verdeutlichen.

So geht ein signifikanter Anstieg der extrakorporalen Zirkulationsdauer, der Beatmungs- und Intensivdauer, der Transfusionsrate, der Infektionsrate, sowie der SAPS- und TISS- Punktwerte mit linksventrikulärer Dysfunktion einher (vgl. 3.2.1.2)

Die Gesamtmortalitätsrate steigt signifikant von 3,4% bei Ejektionsfraktion größer 40% auf 5,4% bei Ejektionsfraktion kleiner oder gleich 40% an (vgl. 3.3.4.2)

Hiermit kann der linksventrikulären Auswurfleistung unter 40% ein Risiko postoperativer Morbidität zugerechnet werden, hingegen kein signifikant erhöhtes Mortalitätsrisiko.

Allerdings sollten in Zukunft weitere Untersuchungen angestrebt werden, ob die eingeräumte Grenze von 40% insbesondere für Bypassoperationen weiterhin Bestand hat, oder ob- wie in anderen Studien bereits angedacht- ein erhöhtes Risiko erst bei noch weiter eingeschränkter Pumpleistung signifikant zunimmt. Weiterführend gilt es dann zu erwägen, inwieweit Patienten mit linksventrikulärem Pumpversagen von den einzelnen kardiochirurgischen Eingriffen profitieren.

Die Studiengruppe um Trachiotis et al. (44) differenziert in linksventrikuläre systolische Auswurfleistung kleiner 25%, 25% bis 34%, 35% bis 49% und größer 49% bei geplanten Bypassoperationen. Die Mortalitätsrate steigt mit Abnahme der Pumpleistung. Jedoch ist die 5- Jahresüberlebensrate für Patienten mit deutlich verminderter Ejektionsfraktion (< 25%) mit 60% recht hoch. Somit zeigt sich, dass Patienten bei ischämischer Myokarderkrankung und eingeschränkter Pumpfunktion von einer Bypassversorgung im Sinne einer verbesserten Myokardperfusion und Erhalt vitalen Myokardgewebes profitieren.

Shapira et al. (40) nehmen zur Klassifizierung einer schweren linksventrikulären Dysfunktion eine Auswurfleistung kleiner 30% an. Die postoperative Beobachtung nach CABG ergab eine signifikant höhere Komplikationsrate mit nachfolgend längerer Hospitalisationsdauer für dieses Patientenkollektiv. Ejektionsfraktion kleiner 30% soll per se kein Prädiktor erhöhter Mortalität sein. Auch wird hier die Bypassoperation als sichere und effektive Therapie bei ischämischer Myokarderkrankung mit niedriger Auswurfleistung empfohlen.

Wir können mit unseren Zahlen zeigen, dass eine systolische linksventrikuläre Auswurfleistung kleiner gleich 40% für die Gesamtheit der kardiochirurgischen Eingriffe mit erhöhter Morbidität einhergeht. Aktuelle Studien weisen darauf hin, dass bei Bypassoperationen wohl ein Profit für den Patienten hinsichtlich des Kurz- und Langzeitoutcomes auch bei deutlich geringerer Auswurfleistung besteht.

4.1.4. Beatmungsdauer

Zum einen werden Faktoren diskutiert, welche mit höherer Wahrscheinlichkeit zu verlängerter mechanischer Beatmung im postoperativen Verlauf führen, zum anderen soll herausgearbeitet werden, inwieweit eine verlängerte Beatmungsdauer ein Prädiktor für das klinische Outcome ist.

Die mediane Beatmungsdauer beträgt in unserem Zentrum 12 Stunden (vgl. 1.8.2.5). Folgende Tabelle führt die erhobene mediane Beatmungsdauer bei ausgewählten Patientengruppen auf:

Tab. 43: Mediane Beatmungsdauer bei ausgewählten Patientengruppen (vgl. 3.3.1.2.5, 3.3.2.2.4.,3.3.3.2.5.,3.3.4.2.4.)

	Mediane Beatmungsdauer	p
Linksventr. systol. Auswurfleistung		p < 0, 001
Ef ≤ 40%	14, 5h	
Ef > 40%	12h	
Extrakorporale Zirkulationsdauer		p < 0, 001
Ekz < 97 min	12h	
Ekz ≥ 97 min	14h	
Altersverteilung		p < 0, 001
< 65 Jahre	11h	
65 - 74 Jahre	13h	
Ab 75 Jahre	14h	
Mortalität		p < 0, 001
Kein Exitus letalis	12h	
Exitus letalis auf Intensiv	54, 5h	
Exitus letalis nach Verlegung	20h	

Demnach zeigt sich, dass ältere Patienten mit eingeschränkter linksventrikulärer systolischer Ejektionsfraktion kleiner 40% und längerer Operationsdauer signifikant länger beatmet werden müssen. Ein drastischer Anstieg der medianen Beatmungsdauer ist für Patienten, welche im postoperativen Verlauf versterben, zu vermerken.

Légaré et al. (30) definieren in ihrer Studie eine Beatmungsdauer von über 24 Stunden gemäß den Richtlinien der Society of Thoracic Surgeons als eine verlängerte mechanische Beatmung. Die gleiche Einteilung verwenden auch weitere Autoren (17, 46).

Diese Arbeit will aufzeigen, dass es tatsächlich möglich ist, Patienten mit erhöhtem Risiko für verlängerte mechanische Beatmungsdauer zu identifizieren.

Als präoperative Risikofaktoren gehen hierbei ein: instabile Angina pectoris, eine linksventrikuläre Auswurfleistung unter 50%, restriktive oder obstruktive Lungenkrankheit, präoperative Niereninsuffizienz, weibliches Geschlecht und Alter der Patienten über 70 Jahre.

Unter intraoperativen Risikofaktoren werden angeführt: Schlaganfall, Reoperation wegen persistierender Blutung und perioperativer Myokardinfarkt.

So liegt das individuelle Risiko von Patienten, vorgesehen für Coronary Artery Bypass Graft (CABG) für eine verlängerte mechanische Beatmung bei $\leq 3\%$, wenn keine der genannten Risikofaktoren vorliegen und steigt auf 32% bei fünf oder mehr Risikofaktoren an (30).

Ähnlich werten Branca et al. (7) als Ursache längerer mechanischer Beatmungsdauer präoperative medizinische Instabilität der Patienten. Als Risikofaktoren werden kardiale, respiratorische und/ oder renale Insuffizienz genannt. Weiterhin ist eine verlängerte mechanische Beatmungsdauer signifikant assoziiert mit weiblichem Geschlecht, steigendem Alter, und niedrigem Body Mass Index (BMI).

Auch ein Anstieg der Mortalität ist mit längerer Beatmungsdauer verbunden: 30, 5% nach Beatmungsdauer zwischen 1 und 3 Tagen, 41, 1% zwischen 4 und 14 Tagen, 28, 4% bei Beatmungsdauer länger 14 Tage bei einer Gesamtmortalität von 2, 0% (7).

Trotz unterschiedlichem Studiendesign weist das Gros der Arbeiten darauf hin, dass die präoperativen Risikofaktoren niedrige Auswurfleistung, höheres Alter, kardiale Insuffizienz, aber auch perioperative Faktoren wie die Operationsdauer prädiktive Bedeutung für verlängerte postoperative Beatmung und in der Folge eine höhere Mortalität haben. Die Auswertung unseres Patientenkollektivs kann diese Zusammenhänge verdeutlichen. So war in unserem Kollektiv eine verlängerte Beatmungsdauer bei linksventrikulärer systolischer Auswurffraktion kleiner gleich 40%, extrakorporaler Zirkulationsdauer von 97 Minuten oder länger, zunehmendem Alter und Exitus letalis gegeben.

4.1.5. Postoperative Transfusionspflichtigkeit

Zwar ist die Anzahl verabreichter Blutprodukte in der CABG- Chirurgie durch Fortschritte in Operations- und Anästhesietechnik und besserer Konservierung von Eigenblut rückläufig, es bleibt jedoch ein hoher Bedarf an Transfusionen (27).

In der Literatur liegt die Rate transfundierter Patienten nach CABG zwischen 29,4% (Karkouti et al. (27)) und 61% (Magovern et al. (32)). In unserem Krankengut errechnet sich unter allen Patienten eine Rate 47,5%, die postoperativ eine oder mehrere Einheiten Erythrozytenkonzentrat erhielten. Im Median erhält der kardiochirurgische Patient im Verlauf eine Konserve Erythrozytenkonzentrat. Die Variabilität der Ergebnisse lässt sich einerseits auf abweichende Transfusionspraktiken- insbesondere die Definition der Transfusionspflichtigkeit- andererseits auch auf unterschiedliches Studiendesign zurückführen (13, 16, 25, 42, 43).

Die präoperative Identifizierung transfusionspflichtiger Patienten kann insbesondere eine kosteneffiziente Bereitstellung von Blutkonserven erleichtern.

Die Betrachtung der Risikoparameter in unserer Untersuchung hinsichtlich der Transfusionspflichtigkeit zeigt folgende Ergebnisse auf:

Sowohl die Patientengruppe mit eingeschränkter Pumpfunktion ($\leq 40\%$) (vgl. 3.3.1.2.7) wie auch mit langer extrakorporaler Zirkulationsdauer (≥ 97 Minuten) (vgl. 3.3.2.2.6) benötigen im Median zwei Einheiten an Erythrozytenkonzentrat, im Gegensatz zur jeweiligen Vergleichsgruppe, welche im Median eine Einheit benötigt. Weiterhin werden Patienten ab 75 Jahre im Median zwei Einheiten, hingegen dem Patientenkollektiv jünger 75 Jahre wird im Median eine Einheit an Erythrozytenkonzentrat transfundiert (vgl. 3.3.2.7)

Andere Studiengruppen evaluieren weitere präoperative Parameter hinsichtlich späteren Transfusionsbedarfs:

Magovern et al. (32) weisen folgenden Risikoparametern Punktwerte zu, welche in ihrer Summe eine Abschätzung der Transfusionspflichtigkeit erlauben sollen: Notfalloperation, dringende Operation, kardiogener Schock, Katheter induzierter Koronararterienverschluss, niedriger Body Mass Index, linksventrikuläre Auswurffraktion unter 30%, Alter über 74 Jahre, weibliches Geschlecht, niedriger Hämatokrit, periphere Gefäßkrankheit, insulinabhängiger Diabetes, Kreatininkonzentration über 1,8 mg/dL, Albuminkonzentration unter 4 g/dL und Reoperation.

Karkouti et al. (27) ergänzen dieses Score- System um die Parameter präoperativer Hämoglobin-Wert, Körpergewicht, Alter und weibliches Geschlecht. Damit werden eine Sensitivität von 82,1% und eine Spezifität von 63,6% in der Identifizierung transfusionspflichtiger Patienten erreicht.

Unsere Ergebnisse korrelieren mit diskutierten Ergebnissen: mit höherem Alter, längerer extrakorporaler Zirkulationsdauer und eingeschränkter Pumpfunktion steigt die Zahl postoperativ transfundierter Blutkonserven signifikant an.

Als weitere Überlegung ist anzuschließen, welche Möglichkeiten es gibt, bei Hochrisikopatienten prä- oder perioperativ die Transfusionsrate allogener Blutprodukte zu senken. Denn neben den hohen Kosten für die Bereitstellung von Blutkonserven (27) erhöht eine Transfusion die postoperative Morbidität im Sinne eines erhöhten Risikos für postoperative Infektionen (28), der Übertragung infektiöser Konserven (27) und verlängerte Intensivdauer (28) bei steigender Mortalitätsrate (28).

Übliche Maßnahmen sind die präoperative Eigenblutspende bei elektiven Eingriffen, intraoperative Gabe antifibrinolytischer Medikamente und hypervolämische Hämodilution. Wie auch in unserem Haus war die Verabreichung von Aprotinin (3, 5, 32, 39) Standardverfahren, um postoperative Blutungsgeschehen zu reduzieren.

In Diskussion sind weiterhin präoperative EPO- Gabe und normovolämische Hämodilution. Maßnahmen wie die Gabe von Perfluorcarbonen und Hb- basierte Sauerstoff- Carrier befinden sich in Entwicklung (3, 5, 27, 39).

4.1.6. Laktatwert

Zeichen systemischer Hypoperfusion und Gewebshypoxie ist eine Lakatazidosis Typ A. Ursächlich ist ein Missverhältnis zwischen zellulärem Sauerstoffbedarf und -verfügbarkeit. Laktat entsteht im Zellmetabolismus beim Abbau von Pyruvat unter anaeroben Bedingungen (8, 10, 34, 43). Man vermutet, dass mittels der Bestimmung der Laktatkonzentration der Verlauf bei Patienten im kardiogenen Schock prognostiziert werden kann (4, 8, 10, 43).

Gemäß unseren Zahlen hat sich nach einem primären Anstieg die mediane Laktatkonzentration im Jahr 2000 auf 4, 3 mmol/dl eingestellt (vgl. 3.2.2.8). Über den gesamten Beobachtungszeitraum hinweg beträgt die maximal erhobene Laktatkonzentration im Median 4, 9 mmol/dl.

Signifikant erhöht ist die maximale Laktatkonzentration bei Patienten mit präoperativ eingeschränkter linksventrikulärer systolischer Auswurfleistung (ef) (im Median 7,2 mmol/dl für $ef \leq 40\%$) gegenüber der Vergleichsgruppe (4,7 mmol/dl für $ef > 40\%$). Aus längerer extrakorporaler Zirkulationsdauer (EKZ) resultiert ein signifikant höherer medianer maximaler Laktatwert (6,5 mmol/dl vs. 3,8 mmol/dl für $EKZ < vs. \geq 97$ min) (vgl. 3.3.1.2.8, 3.3.2.2.7)

Patienten, welche auf der Intensivtherapiestation versterben, weisen im Median einen signifikant höheren Laktatwert von 20,2 mmol/dl auf, als Patienten welche auf Normalstation versterben (5,3 mmol/l) bzw. Patienten oder nicht versterben (4,7 mmol/dl) (vgl. 3.3.4.2.5)

Keine signifikante Änderung der medianen Laktatwerte kann in Zusammenhang mit dem Alter beobachtet werden (vgl. 3.3.3.2.8)

Als kritischen Wert bei Herzoperationen unter extrakorporalem Bypass nimmt die Studiengruppe um Broder und Weil einen Wert von 4,0 mmol/dl an (8).

Weiterhin wird von den Autoren eine signifikante Korrelation erhöhter Laktatwerte mit längerer extrakorporaler Bypassdauer und längerer aortaler Abklemmzeit beschrieben (10).

Berits in den sechziger Jahren zeigen Broder und Weil in ihrer Studie (8), dass erhöhte Laktatwerte vermehrt postoperativen Infektionen bedingen, sowie eine signifikante Zunahme der Mortalitätsrate und der Intensivdauer zur Folge haben.

So soll bei einem Anstieg der Laktatkonzentration von 2 mmol/dl auf 8 mmol/dl die Überlebenschance bei Schock von 90% auf 10% sinken (8, 10, 47).

In aktuelleren Arbeiten von Mizock und Falk (36), bzw. Bitek und Cowley (4) können diese Ergebnisse bestätigt werden.

Gemäß unseren Ergebnissen ist die von Broder und Weil (8) beschriebene Laktatkonzentration von 4 mmol/dl, welche mit erhöhtem Mortalitätsrisiko einhergeht, für den klinischen Alltag nicht verwertbar. Im postoperativen Verlauf werden bei Patienten unseres Studienkollektivs mediane Laktatkonzentrationen von 4,9 mmol/l erhoben.

So muss davon ausgegangen werden, dass es nach kardiochirurgischem Eingriff gehäuft zu einem Anstieg des Laktatwertes als Resultat eines Missverhältnisses von Sauerstoffangebot zu Sauerstoffbedarf kommt. Für Patienten mit bestehender Linksherzinsuffizienz ist sogar eine maximale Laktatkonzentration im Median von 7,2 mmol/dl zu erwarten. Verlängerte aortale Abklemmzeit vermag auch erhöhte Laktatwerte- im Median von 6,5 mmol/dl- zu bedingen. Diese Werte ziehen jedoch keine erhöhte Mortalität nach sich.

Bei Patienten, welche auf der Intensivtherapiestation versterben, kommt es im Verlauf zu einem fulminanten Anstieg der Laktatkonzentration, im Median auf 20,2 mmol/dl. Patienten, welche auf Normalstation versterben zeigen keine signifikante Änderung der medianen Laktatkonzentrationen gegenüber Patienten ohne Exitus letalis.

Man kann schlussfolgern, dass erhöhte Laktatkonzentrationen bis zu 6 mmol/dl nach kardiochirurgischem Eingriff regelhaft auftreten. Eingeschränkte Pumpfunktion und lange Operationsdauer tragen begleitend dazu bei.

Als sensitiver Parameter für akut lebensbedrohliche Verläufe ist der Laktatwert bei Anstieg auf deutlich höhere Konzentrationen (bis 20 mmol/dl) geeignet. Keinen Vorhersagewert hat das Laktat bezüglich der Mortalität bei anfangs komplikationslosen Verläufen mit Verlegung auf Normalstation.

Eine weitere Untersuchung zur Bestimmung des definierten Laktatlevels, welcher mit erhöhtem Mortalitätsrisiko einhergeht, ist anzustreben.

4.1.7. Postoperative Infektionen

Die vorliegende Statistik zeigt im erfassten Beobachtungszeitraum 1998 bis 2000 einen positiven postoperativen Keimnachweis in 8,6% der Fälle (vgl. 3.2.2.10).

Mit eingeschränkter Auswurfleistung ($\leq 40\%$) steigt die Infektionsrate signifikant auf 13,6%, gegenüber der Vergleichsgruppe (ef $>40\%$) auf 7,6% an (3.3.1.2.10).

Bei extrakorporaler Zirkulationsdauer unter 97 Minuten ist das Risiko einer Infektion mit 4,9% signifikant geringer als in der Gruppe mit längerer kardiopulmonaler Bypassdauer (≥ 97 Minuten): hierfür beträgt das Risiko 9,2% (vgl. 3.3.2.2.9)

Die Gruppe der Patienten über 75 Jahre weist mit 8,4% das höchste Risiko für ein postoperative Infektion auf, gefolgt von der Altersgruppe der 65- bis 74- jährigen mit 6,6%. Patienten unter 64 Jahre zeigen die niedrigste Rate an Infektionen mit 5,7% (3.3.3.2.10).

Eine Studie aus dem Jahr 2001 von Leal- Loval et al. (28) untersucht, welche Parameter Einfluss auf den Erwerb einer Mediastinitis, einer nosokomialen Pneumonie oder einer Sepsis haben können. Die Gesamtinzidenz für Infektionen nach herzchirurgischem Eingriff beträgt für diese Arbeit 9,4%. Mit im Median 8,6% ist die Infektionsrate, welche sich aus unseren Zahlen ergibt, niedriger.

Die Studie von Leal- Loval et al. (28) unterscheidet folgende Infektionsherde und benennt die notwendigen Interventionen und Komplikationen.

Tab. 44: Häufigkeit und Ursachen postoperativer Infektionen (nach Leal- Loval et al. 28)

Art der Infektion	Inzidenz	Mit Infektion assoziierte Ursachen
Nosokomiale Pneumonie	5,9%	Reintubation, Beatmungsdauer ≥ 48 h, neurologisches Defizit, Transfusion von ≥ 4 U Blutkonserven, arterielle Hypotension
Mediastinitis	2,3%	Reintervention, Sternumdehiszenz
Sepsis	1,6%	Reintubation, extrakorporale Zirkulationsdauer ≥ 110 Min, Beatmungsdauer ≥ 48 h

Weiter berichten die Autoren, dass die Dauer der Intensivbehandlung und die Mortalität bei Patienten mit postoperativen Infektionen und auch bei Patienten mit erhöhtem Transfusionsbedarf signifikant erhöht sind.

Demnach gilt zusammenfassend, dass in unserem Kollektiv bei Patienten über 75 Jahre, langer extrakorporaler Bypassdauer und aortaler Abklemmzeit, erhöhter Transfusionspflicht sowie verlängerter Beatmungsdauer das Infektionsrisiko deutlich zunimmt.

Es sollte Ziel sein, weitere mögliche potentielle Infektionsrisiken genauer zu identifizieren, um die Infektionsrate und die damit verbundene erhöhte Morbidität und Mortalität zu senken.

4.2. Abschliessende Bewertung

Unsere Studie umfasst mit 3147 eingeschlossenen Patienten ein großes Kollektiv. Eingeschlossen wurden alle Patienten mit kardiochirurgischem Eingriff an der Herzklinik der Universität am Augustinum in den Jahren 1997 bis 2000. Als Ausschlusskriterium galt lediglich eine fehlerhafte oder fehlende Datenerhebung für einzelne statistische Auswertungen.

Hinsichtlich der demographischen Datenlage ist die vorliegende Studie mit einer multizentrisch angelegten Untersuchung im Rahmen des Annual Summary of Heart Surgery (22, 23, 24) vergleichbar. Es kann bei vorliegender Studie somit von einer repräsentativen Verteilung ohne Selektionsbias unseres Patientgutes ausgegangen werden.

Es sei einzuwenden, dass im Verlauf der Datenerfassung sicherlich eine unberücksichtigte Lernkurve sowohl von Seiten Herzchirurgie wie auch seitens der Kardioanästhesie und der Intensivtherapie bestand. Gerade Weiterentwicklungen bei Operationsverfahren, verwendetem Material sowie Veränderungen medikamentöser Therapieschemata wurden nicht eingebracht.

Nach der Beurteilung möglicher Risikofaktoren für Komplikationen nach herzchirurgischem Eingriff soll nun für ein Risikoprofil für Patienten, die sich einem kardiochirurgischen Eingriffen unterziehen müssen, ermittelt werden:

1. Der Anteil an Eingriffen mit präoperativ eingeschränkter linksventrikulär systolischer Auswurfleistung nimmt zu. Dies geht mit einer signifikant erhöhten postoperativen erhöhten Morbidität, nicht aber Mortalität einher.
2. Die durchgeführten Operationen bedingen eine zunehmende Verweildauer an der Herz- Lungen- Maschine. Dies führt in der Folge zu einem signifikanten Ansteigen postoperativer Morbidität und Mortalität.
3. Mit zunehmendem Alter steigt die postoperative Morbidität- in unserer Datenerhebung ausgedrückt durch lange Beatmungsdauer, postoperative Infektion, hoher Katecholamin- und Transfusionsbedarf, erhöhte Laktatkonzentration, lange Intensivverweildauer und erhöhte SAPS- und TISS-Werte- und Mortalität signifikant an.
4. Die Mortalität nimmt signifikant mit steigender Komplexität der Eingriffe zu.
5. Notfalleingriffe und Operationen bei präoperativ instabilem Zustand des Patienten bedingen eine signifikante Zunahme von Morbidität und Mortalität
6. Postoperative Morbidität bedingt eine signifikant höhere Mortalität.
7. Für weibliche Patienten gilt zudem, dass sie sich vermehrt erst in zunehmendem Alter einem herzchirurgischen Eingriff unterziehen. Der Anteil komplexerer Eingriffe wie Doppelklappenersatz ist aber anteilmäßig höher als bei männlichen Patienten. Es resultiert eine signifikant höhere Mortalität weiblicher Patienten.

Ein direkter Vergleich der Mortalitätsrate mit aktueller Literatur ist nur eingeschränkt möglich, da die zugrunde liegende Datenerhebung in verschiedenen Studiengruppen deutlich differiert. Insbesondere die Dauer der Nachbeobachtung unterscheidet sich bzw. wird nicht exakt definiert.

In unserer Studie wird sowohl in Mortalität auf der Intensivtherapiestation, nach Verlegung und in den Zeitraum innerhalb 30 Tagen differenziert.

Die Mortalität auf der Intensivstation beträgt 2,6%, die Mortalität nach Verlegung 1,3%. Als 30-Tage-Mortalität werden 3,4% ermittelt.

Die recht hohe Mortalitätsrate nach Verlegung auf Normalstation macht sich insbesondere bei Patienten nach Aortenklappenersatz (hier 2,7%) bemerkbar. Als Reaktion unsererseits wird Patienten nunmehr vor Verlegung ein Schutzpacer gelegt, welcher dieses Risiko minimieren soll.

Mittels der vorliegenden Datenerhebung soll eine Risikoevaluierung des kardiochirurgischen Patienten angestrebt werden, um Hochrisikofaktoren frühzeitig zu identifizieren und diese Patienten enghemmaschiger zu beobachten. Es soll eine Senkung der Gesamtmortalität resultieren.

Die erarbeiteten Ergebnisse machen eine Risikoabwägung für den einzelnen Patienten, der sich einem herzchirurgischen Eingriff unterziehen muss, möglich: sowohl durch Zuhilfenahme erhobener präoperativer Parameter sowie bei Abschätzung peri- und postoperativer Verlaufswerte.

5. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit ist im Rahmen einer prospektiv, nicht- interventionell angelegten Studie der Klinik für Anästhesiologie an der Herzklunik der Universität München am Augustinum entstanden.

In der anästhesiologischen Intensivtherapiestation der Herzklunik am Augustinum werden Patienten im Erwachsenenalter nach kardiovaskulären Eingriffen, wie Bypass- und Herzklappenoperationen, Korrekturen kongenitaler Vitien und Aneurysmen sowie Herztransplantationen und Kunstherz behandelt.

Vom 1. 1. 1997 bis 31. 12. 2000 dokumentierten wir umfassend anästhesiologisch und intensivtherapeutisch relevante prä-, intra- und postoperative Parameter aller herzchirurgischen Patienten.

Als Endpunkt galt die Entlassung des Patienten aus dem Krankenhaus bzw. aus der klinischen Einrichtung im Rahmen einer Anschlussheilbehandlung.

Neben der statistischen Auswertung der demographischen Datenlage, wurde geprüft ob ein erhöhtes Operationsrisiko anhand präoperativ bekannter Risikofaktoren vorhergesagt werden kann.

Anhand aktueller Fachliteratur wurde eine präoperativ reduzierte systolische linksventrikuläre Auswurfleistung, eine lange Verweildauer an der Herz- Lungen- Maschine sowie das Alter der Patienten als mögliche Risikofaktoren definiert und das Kollektiv nach diesen Gesichtspunkten untersucht.

Zusammengefasst konnten folgende Ergebnisse ermittelt werden:

Risikofaktoren für erhöhte postoperative Morbidität und Mortalität sind hohes Patientenalter, weibliches Geschlecht, zunehmende Komplexität der Eingriffe, Notfalleingriffe, Operationen in instabilem Zustand des Patienten und. eine längere Verweildauer an der Herz- Lungen- Maschine.

Postoperative Morbidität führt zu einem signifikanten Anstieg der Mortalität. Eingeschränkte linksventrikuläre systolische Auswurfleistung ist als Risikofaktor für postoperative Morbidität, nicht aber Mortalität zu werten.

Zusammenfassung

Als limitierend für die vorliegende Studien sei anzumerken, dass im Verlauf der Datenerfassung sicherlich eine unberücksichtigte Lernkurve sowohl von Seiten Herzchirurgie wie auch seitens der Kardioanästhesie und der Intensivtherapie bestand. Gerade Weiterentwicklungen bei Operationsverfahren, verwendetem Material sowie Veränderungen medikamentöser Therapieschemata wurden nicht eingebracht.

Weiterhin ist ein direkter Vergleich der Mortalitätsrate mit aktueller Literatur nur eingeschränkt möglich, da die zugrunde liegende Datenerhebung in verschiedenen Studiengruppen deutlich differiert. Insbesondere die Dauer der Nachbeobachtung unterscheidet sich bzw. wird nicht exakt definiert.

Aufgrund der umfassenden Datenerhebung und der Größe des untersuchten Patientenkollektivs kann von einer umfassenden Beurteilung des Morbiditäts- und Mortalitätsrisikos nach kardiochirurgischem Eingriff ausgegangen werden.

6. Literatur

- (1) Avery GJ 2nd, Ley SJ, Hill, JD, Hershon JJ, Dick SE (2001). Cardiac surgery in the octogenarian: evaluation of risk, cost and outcome. *Ann Thorac Surg* 71 (2): 591 - 596.
- (2) American Heart Association: Heart and Stroke Statistical Update (1999). Available at: <http://americanheart.org/statistics/biostats/biowomen.htm>
- (3) Bidstrup, B.P; Royston, D.; Stapsford, R. N.; Taylor, K. M. (1987). Reduction in blood loss and blood use after cardiopulmonary bypass with high dose aprontinin (Trasyolol). *J Thorac Cardiovasc* 97: 364 - 372
- (4) Bitek, V.; Cowley, R. A. (1971). Blood lactate in the prognosis of various forms of shock. *Ann Surg* 173: 308 - 313
- (5) Blauhut, B.; Gross, C.; Necej, S.; Doran, J. E.; Späth, P.; Lundsgaard- Hansen, P.; (1991). Effects of high- dose aprotinin on blood loss, platelet function, fibrinolysis, complement, and renal function after cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 101: 958 - 967
- (6) Böttcher, W. (2005). Die geschichtliche Entwicklung der extrakorporalen Zirkulation. *Extrakorporale Zirkulation in Theorie und Praxis*.
- (7) Branca, P.; McGaw, P.; Light, R. W.; FCCP and cardiovascular surgery associates (2001). Factors associated with prolonged mechanical ventilation following coronary artery bypass graft. *Chest* 199: 537 - 546
- (8) Broder, G.; Weil, M. H. (1964). Excess lactate: an index of reversibility of shock in human patients. *Science* 143: 1457 - 1459
- (9) Burchardi, H., Specht, M., Braun, J.; Schleppers, A., Martin, J.; OPS- Code 8- 980 Intensivmedizinische Komplexbehandlung; Stellungnahme, Inhalte und Kodierungsvorschriften; www.dgai.de
- (10) Demers, P.; Elkouri, S.; Martineau, R.; Couturier, A.; Cartier, R. (2000). Outcome with high blood lactate levels during cardiopulmonary bypass in adult cardiac operation. *Ann Thorac Surg* 70: 2082 - 2086
- (11) Edwards FH, Carey JS, Grover FL et al. (1998). Impact of gender on coronary bypass operative mortality. *Ann Thorac Surg*. 66: 125 - 131
- (12) Fisher LD, Kennedy, JW, Davis KB, et al. (1982). Association of sex, physical size, and operative mortality after coronary artery bypass in the Coronary Artery Bypass Study (CASS). *J Thorac Cardiovasc Surg*. 84: 334 - 341

- (13) Goonough, L. T.; Johnston, M.F.; Toy, P.T. (1991). The variability of transfusion practice in coronary artery bypass surgery. *JAMA* 265: 265: 86 - 90
- (14) Hall RJ, Elayda MA, Gray A, et al. (1983). Coronary artery bypass: long- term follow- up of 22. 284 consecutive patients. *Circulation* 68 (suppl II): II- 20 - II- 26
- (15) Hannan EL, Burke J (1994). Effect of age on mortality in coronary artery bypass surgery in New York. *Am Heart J* 128: 1184 - 1191
- (16) Hasley, P.B.; Lave, J. R.; Hanusa, B. H. et al. (1995). Variation in the use of red blood cell transfusions: a study of four common medical and surgical conditions. *Med Care* 33: 1145 - 1160
- (17) Hirsch, G. M.; Cha, K.H.; Buth, K. J.; Sullivan, J. A. (1998). Independent preoperative predictors of prolonged length of stay following isolated CABG surgery: a prospective multivariable analysis of 1784 patients. *Can J Cardiol* 14 (Suppl): 83F
- (18) Hogue Ch W, Barzilai B, Pieper KS, Coombs LP, DeLong ER, Kouchoukos NT, Dávila- Román VG (2001). Sex differences in neurological outcomes and mortality after cardiac surgery. *Circulation* 103 (17): 2133 - 2140
- (19) Jessup M, Brozena S (2003). Heart failure. *N Engl J Med* 348: 2007 - 2018
- (20) Jones RH, Hannan EL, Hammermeister KE, et al. (1996). Identification of preoperative variables needed for risk adjustment of short- term mortality after coronary artery bypass graft. *J Am Coll Cardiol* 28: 1478 - 1487
- (21) Kalmár P, Irrgang, E. (1998). Cardiac surgery in Germany during 1997. *Thorac Cardiovasc Surg* 46: 307 - 310.
- (22) Kalmár P, Irrgang, E. (1999). Cardiac surgery in Germany during 1998. *Thorac Cardiovasc Surg* 47: 260 - 263.
- (23) Kalmár P, Irrgang, E. (2000). Cardiac surgery in Germany during 1999. *Thorac Cardiovasc Surg* 48: 27 - 30
- (24) Kalmár P, Irrgang, E. (2001). Cardiac surgery in Germany during 2000. *Thorac Cardiovasc Surg* 49: 33 - 38.
- (25) Khan SS, Nessim S, Gray R ,et al. (1990). Increased mortality of women in coronary artery bypass surgery: evidence for referral bias. *Ann Intern Med.* 112: 561 - 567

- (26) Kilger E, Weis F, Briegel J, Frey L, Goetz AE, Reuter D, Nagy A, Schuetz A, Lamm P, Knoll A, Peter K (2003) Stress doses of hydrocortisone reduce systemic inflammatory response syndrome and improve early outcome in a risk group of patients after cardiac surgery. *Crit. Care Med.* 31 (4): 1068 - 74
- (27) Karkouti, K.; Cohen, M. M.; McCluskey, S. A.; Sher, G. D. (2001). A multivariable model for predicting the need of blood transfusion in patients undergoing first- time elective coronary bypass graft surgery. *Transfusion* 41 (10): 1193 - 1203
- (28) Leal- Noval SR, Rincón Ferrari MD, García- Curiel A, Herruzo- Avilés A, Camacho- Laraña P, Garnacho- Montero J, Amaya- Villar R (2001). Transfusion of Blood Components and Postoperative Infection in Patients Undergoing Cardiac Surgery. *Chest* 119 (5): 1461 - 1468
- (29) Le Gall, J. R., Lemeshow, S., Saulnier, F. (1993): A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/ North multicenter study. *JAMA* 270 (24): 2957 - 2963
- (30) Légaré, J. F.; Hirsch, G. M.; Buth, K. J.; MacDougall, C.; Sullivan, J. A. (2001). Preoperative prediction of prolonged mechanical ventilation following coronary artery bypass grafting. *European Journal of Cardio- Thoracic Surgery* 20 (5): 930 - 936
- (31) Loop FD, Golding, LR, Macmillan JP, et al. (1983). Coronary artery surgery in women compared with men: analyses of risks and long- term results. *J Am Coll Cardiol.* 1: 383 - 390
- (32) Magovern, J. A.; Sakert, T.; Benckart, D. H.; Burkholder, J. A.; Liebler, G. A.; Magovern, G. G. sr; Magovern, G. J. jr (1996). A Model for Predicting transfusion After Coronary Artery Bypass Grafting. *Ann Thorac Surg* 61 (1): 27 - 32
- (33) Matt P, Bernet F, Zerkowski HR (2005). Herzchirurgie im fortgeschrittenen Lebensalter. *Deutsches Ärzteblatt* 102 (Heft 15): A - 1056
- (34) Mickleborough LL, Takagi Y, Maruyama H, et al. (1995). Is sex a factor in determining operative risk for aortocoronary bypass graft surgery? *Circulation* 92 (suppl II): II- 80 - II- 84
- (35) Miranda, D. R., de Rijk, A., Schaufeli, W. (1996): Simplified Therapeutic Intervention Scoring System: the TISS- 28 items- results from a multicenter study. *Crit Care Med* 24 (1): 64 - 73

- (36) Mizock, B.A.; Falk, J. L. (1992). Lactic acidosis in critical illness. *Crit Car Med* 20: 80 - 93
- (37) National center for health statistics. United States life Tables: US decennial life tables 1979- 1981, Vol. 1, No.1. (1985). Washington DC: US Government Printing Office (DHHS publication (PHS) 85- 1150- 1).
- (38) Peterson ED, Cowper PA, Jollis JG, et al. (1995). Outcomes of coronary artery bypass graft surgery in 24,461 patients ages 80 years or older. *Circulation* 92 (suppl II): II- 85 - II- 91
- (39) Royston ,D.; Bidstrup, B.P.; Taylor, K. M.; Stapsford, R. N. (1987). Effect of aprotinin on need for blood transfusion after repeat open- heart surgery. *Lancet* 2: 1289 - 1291
- (40) Shapira, O. M.; Hunter, C. T.; Anter, E.; Bao, Y.; DeAngrade, K.; Lazar, H. L.; Shemin, R. J. (2006). Coronary artery bypass grafting with severe left ventricular dysfunction- early and mid- term outcomes. *J Card Surg* 21 (3): 225- 232
- (41) Specer, G. US bureau of the Census (1989). Projections of the Population of the United States, by Age, Sex and Race: 1988 to 2080. Washington, DC: US Government Printing Office. Current Population Reports, Series P-25, No. 1018.
- (42) Surgenor, D. M.; Churchill, W. H.; Wallache, E.L. et al. (1998). The specific hospital significantly affects red cell and component transfusion practice in coronary artery bypass graft surgery: a study of five hospitals. *Transfusion* 38: 122- 124
- (43) The Sanguis Study Group (1994). Use of blood products for elective surgery in 43 European hospitals. *Transfus Med* 4: 251 - 268
- (44) Trachiotis, G. D.; Weintraub, W. S.; Johnston, T. S.; Jones, E. L.; Guyton, R. A.; Craver, J. M. (1998). Coronary artery bypass grafting in patients with advanced left ventricular dysfunction. *Ann Thorac Surg* 66 (5): 1632- 1639
- (45) Tuman K J, McCarthy R J, Najafi H, Ivankovich AD (1992). Morbidity and duration of ICU stay after cardiac surgery. A model for preoperative risk assessment. *Chest* 102 (1): 36 - 44.
- (46) Vamvakas, E. C.; Carven, J. H. (2001). Allogenic blood transfusion and postoperative duration of mechanical ventilation. *Transfusion* 41(7): 885 - 892
- (47) Weil, M. H.; Afifi, A. A. (1970). Experimental and clinical studies on lactate and pyruvate as indicators of the severity of acute circulatory failure. *Circulation* 41: 989 - 1001

7. **Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1: Prozentuale Verteilung der definierten Altersgruppen	15
Abb. 2: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Eingriffe, durchgeführt an männlichen Patienten	17
Abb. 3: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Eingriffe, durchgeführt an weiblichen Patientinnen	18
Abb. 4: Darstellung der Geschlechtsverteilung in den Jahren 1997 bis 2000	20
Abb. 5: Graphische Darstellung der Altersverteilung in den Jahren 1997 bis 2000	23
Abb. 6: Prozentuale Häufigkeit durchgeführter Eingriffe im Jahr 1997	24
Abb. 7: Prozentuale Häufigkeit durchgeführter Eingriffe im Jahr 1998	25
Abb. 8: Prozentuale Häufigkeit durchgeführter Eingriffe im Jahr 1999	26
Abb. 9: Prozentuale Häufigkeit durchgeführter Eingriffe im Jahr 2000	27
Abb. 10: Vergleich der präoperativen Auswurfleistung des Herzens in den Jahren 1997 bis 2000	29
Abb. 11: Vergleich der Dauer des kardiopulmonalen Bypasses in den Jahren 1997 bis 2000:	30
Abb. 12: Vergleich der aortalen Abklemmzeit in den Jahren 1997 bis 2000	31
Abb. 13: Punktwerte des Simplified Acute Physiology Scores in den Jahren 1997 bis 2000	32
Abb. 14: Punktwert des Therapeutic Intervention Scoring Systems in den Jahren 1997 bis 2000	33
Abb. 15: Vergleich der Beatmungsdauer in den Jahren 1997 bis 2000	34
Abb. 16: Vergleich der durchschnittlichen verabreichten Maximaldosis von Adrenalin	36
Abb. 17: Vergleich der verabreichten Maximaldosis von Noradrenalin:	37
Abb. 18: Anzahl verabreichter Erythrozytenkonzentrate	38
Abb. 19: Vergleich der Laktatwerte in den Jahren 1997 bis 2000	39
Abb. 20: Verweildauer auf Intensivstation in den Jahren 1997 bis 2000	40
Abb. 21: Absolute Verweildauer auf Intensiv in den Jahren 1997 bis 2000	43
Abb. 22: Häufigkeitsverteilung der Altersgruppen bei einer Auswurfleistung von $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$	46
Abb. 23: Extrakorporale Zirkulationsdauer bei einer Auswurfleistung $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$	50

Abb. 24: Aortale Abklemmzeit bei einer präoperativen Auswurfleistung von $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$	51
Abb. 25: Punktwert des SAPS bei einer präoperativen Auswurfleistung von $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$	52
Abb. 26: Summe der täglich erhobenen Werte des Therapeutic Intervention Scoring Systems bei einer präoperativen Auswurfleistung von $\leq 40\%$ bzw. $>$ 40%	53
Abb. 27: Beatmungsdauer bei einer präoperativen Auswurfleistung von $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$	54
Abb. 28: Verabreichte Maximaldosis von Adrenalin bei Patientengruppen mit präoperativer Auswurfleistung von $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$	56
Abb. 29: Verabreichte Maximaldosis von Noradrenalin bei Patientengruppen mit präoperativer Auswurfleistung (ef) von $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$	57
Abb. 30: Vergleich der Anzahl transfundierter Erythrozytenkonzentrate bei Patienten mit einer Auswurfleistung $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$:	58
Abb. 31: Vergleich der Anzahl transfundierter Fresh- Frozen- Plasma- Konzentrate bei Patienten mit einer Auswurfleistung $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$	59
Abb. 32: Vergleich der höchsten maximal gemessenen Laktatkonzentration in den Patientengruppen mit einer Auswurfleistung (ef) $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$	60
Abb. 33: Dauer des Intensiv Aufenthaltes bei Patienten mit einer Auswurfleistung \leq 40% bzw. $> 40\%$	61
Abb. 34: Absolute Verweildauer auf Intensivstation bei einer präoperativen linksventrikulären Auswurfleistung von $\leq 40\%$ bzw. $> 40\%$	62
Abb. 35: Häufigkeit von Infektionen bei einer präoperativen linksventrikulären Auswurfleistung $\leq 40\%$	63
Abb. 36: Häufigkeit von Infektionen bei einer präoperativen linksventrikulären Auswurfleistung von $> 40\%$	63
Abb. 37: Häufigkeitsverteilung der Altersgruppen bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten:	66
Abb. 38: Aortale Abklemmzeit bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten	71
Abb. 39: Punktwerte des Simplified Acute Physiology Scores bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten	72
Abb. 40: Median erhobene Punktwerte des Therapeutic Intervention Scoring	

Systems bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von <97 Minuten bzw. ≥97 Minuten	73
Abb. 41: Beatmungsdauer bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten	74
Abb. 42: Vergleich der verabreichten Maximaldosis von Adrenalin bei Patientengruppen mit bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten	76
Abb. 43: Vergleich der verabreichten Maximaldosis von Noradrenalin bei Patientengruppen mit bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten	77
Abb. 44: Vergleich der transfundierten Menge Erythrozytenkonzentraten bei Patienten mit bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten	78
Abb. 45: Vergleich der transfundierten Menge an Fresh- Frozen- Plasma-Konzentraten bei Patienten mit bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten	79
Abb. 46: Vergleich der höchsten maximal gemessenen Laktatkonzentration in den Patientengruppen mit einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten.	80
Abb. 47: Dauer des Intensiv Aufenthaltes bei Patienten mit einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten	81
Abb. 48: Absolute Verweildauer auf Intensivstation bei Patienten mit einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten:	82
Abb. 49: Häufigkeit von Infektionen bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer (EKZ) von < 97 Minuten	83
Abb. 50: Häufigkeit von Infektionen bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer (EKZ) von ≥ 97 Minuten	84
Abb. 51: Durchgeführte Eingriffe in der Gruppe der Patienten bis 64 Jahre	87
Abb. 52: Durchgeführte Eingriffe in der Gruppe der Patienten zwischen 65 und 74 Jahre	88
Abb. 53: Durchgeführte Eingriffe in der Gruppe der Patienten ab 75 Jahre	89
Abb. 54: Vergleich der extrakorporalen Zirkulationsdauer in den drei Alterskategorien:	90
Abb. 55: Aortale Abklemmzeit in den drei Alterskategorien	91

Abb. 56: Punktwert des Simplified Acute Physiology Scores in den drei Alterskategorien	92
Abb. 57: Punktwerte des Therapeutic Intervention Scoring Systems (TISS) in den drei Alterskategorien	93
Abb. 58: Vergleich der Beatmungsdauer in den drei Alterskategorien:	94
Abb. 59: Vergleich der verabreichten Maximaldosis von Adrenalin in den drei Alterskategorien	96
Abb. 60: Vergleich der verabreichten Maximaldosis von Noradrenalin in den drei Alterskategorien:	97
Abb. 61: Verabreichte Erythrozytenkonzentrate in den drei Alterskategorien	98
Abb. 62: Laktatwerte bei Patienten der drei Alterskategorien	99
Abb. 63: Aufenthaltsdauer der Patienten der drei Alterskategorien auf Intensivstation:	100
Abb. 64: Absolute Verweildauer auf Intensivstation in den drei Alterskategorien:	101
Abb. 65: Häufigkeit postoperativer Infektionen bei Patienten bis 64 Jahre	102
Abb. 66: Häufigkeit postoperativer Infektionen bei Patienten zwischen 65 und 74 Jahre	103
Abb. 67: Häufigkeit postoperativer Infektionen bei Patienten ab 75 Jahre	104
Abb. 68: Punktwert des Simplified Acute Physiology Scores bei Exitus letalis	118
Abb. 69: Punktwert des Therapeutic Intervention Scoring Systems bei Exitus letalis	119
Abb. 70: Beatmungsdauer bei Exitus letalis	120
Abb. 71: Maximal erhobene Laktatwerte bei Exitus letalis	121

8. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Eingriffe	16
Tab. 2: Häufigkeitsverteilung der Patienten hinsichtlich ihres Alters im Jahr 1997:	20
Tab. 3: Häufigkeitsverteilung der Patienten hinsichtlich ihres Alters im Jahr 1998:	21
Tab. 4: Häufigkeitsverteilung der Patienten hinsichtlich ihres Alters im Jahr 1999:	21
Tab. 5: Häufigkeitsverteilung der Patienten hinsichtlich ihres Alters im Jahr 2000:	22
Tab. 6: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Katecholaminen in den Jahren 1997 bis 2000	35
Tab. 7: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Adrenalin in den Jahren 1997 bis 2000	35
Tab. 8: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Noradrenalin in den Jahren 1997 bis 2000:	36
Tab. 9: Absolute Intensivdauer im Jahr 1997	41
Tab. 10: Absolute Intensivdauer im Jahr 1998:	41
Tab. 11: Absolute Intensivdauer im Jahr 1999:	42
Tab. 12: Absolute Intensivdauer im Jahr 2000:	42
Tab. 13: Linksventrikuläre Auswurfleistung bei Coronary Artery Bypass Grafts	46
Tab. 14: Linksventrikuläre Auswurfleistung bei Einfachklappeneingriffen	47
Tab. 15: Linksventrikuläre Auswurfleistung bei Coronary Artery Bypass Grafts kombiniert mit Klappeneingriff	47
Tab. 16: Linksventrikuläre Auswurfleistung bei Doppelklappeneingriffen	48
Tab. 17: Linksventrikuläre Auswurfleistung bei Aorta- Ascendens- Ersatz	48
Tab. 18: Linksventrikuläre Auswurfleistung bei Aorta- Ascendens- Ersatz kombiniert mit Klappeneingriff	48
Tab. 19: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Katecholaminen bei einer linksventrikulären Auswurfleistung $\leq 40\%$ bzw. $>40\%$	55
Tab. 20: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Adrenalin bei einer linksventrikulären Auswurfleistung $\leq 40\%$ bzw. $>40\%$	55
Tab. 21: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Noradrenalin bei einer linksventrikulären Auswurfleistung $\leq 40\%$ bzw. $>40\%$	56
Tab. 22: Extrakorporale Auswurfleistung bei Coronary Artery Bypass Grafts	67
Tab. 23: Extrakorporale Zirkulationsdauer bei Einfachklappeneingriffen	67

Tabellenverzeichnis

Tab. 24: Extrakorporale Zirkulationsdauer bei Coronary Artery Bypass Grafts kombiniert mit Klappeneingriff	68
Tab. 25: Extrakorporale Zirkulationsdauer bei Doppelklappeneingriffen	68
Tab. 26: Extrakorporale Zirkulationsdauer bei Aorta- Ascendens- Ersatz	69
Tab. 27: Extrakorporale Zirkulationsdauer bei Aorta- Ascendens- Ersatz kombiniert mit Klappeneingriff	69
Tab. 28: Extrakorporale Zirkulationsdauer bei Herztransplantation	70
Tab. 29: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Katecholaminen bei einer extrakorporalen Zirkulationsdauer von < 97 Minuten bzw. ≥ 97 Minuten:	75
Tab. 30: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Katecholaminen in den drei Alterskategorien:	95
Tab. 31: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Adrenalin in den drei Alterskategorien.	95
Tab. 32: Häufigkeit der Applikationspflichtigkeit von Noradrenalin in den drei Alterskategorien	96
Tab. 33: 30- Tage- Mortalität in den Jahren 1997 bis 2000	106
Tab. 34: Geschlechtsverteilung bei Exitus letalis:	107
Tab. 35: Sterblichkeitsrate in den einzelnen Altersgruppen:	107
Tab. 36: Sterblichkeitsrate in den drei Alterskategorien:	109
Tab. 37: Sterblichkeitsrate bei den einzelnen durchgeführten Eingriffen:	110
Tab. 38: Sterblichkeitsrate der durchgeführten Eingriffe, differenziert in ihre Untergruppen:	111
Tab. 39: Sterblichkeit bei Eingriffen in instabilem Zustand:	114
Tab. 40: Sterblichkeit bei Notfalleingriffen	115
Tab. 41: Vergleich der Mortalitätsrate bei präoperativer linksventrikulärer Auswurfleistung von ≤ 40 bzw. > 40%	116
Tab. 42: Altersverteilung weiblicher und männlicher Patienten	124
Tab. 43: Mediane Beatmungsdauer bei ausgewählten Patientengruppen	128
Tab. 44: Häufigkeit und Ursachen postoperativer Infektionen	134

9. Lebenslauf

Katrin Anette Birkmeier, geb. am 5. Juni 1978 in München

Eltern: Dr. med Ernst Birkmeier und Helga Birkmeier, geb. Veitenhansl

Nationalität: deutsch

Familienstand: ledig

Schulbildung:

1984-1988 Grundschule an der Nadistraße, München

1988-1997 Städtisches Luisengymnasium, München

27.6.1997 Allgemeine Hochschulreife

Studium:

1997-2003 Studium der Zahnheilkunde an der Ludwig-Maximilians-Universität München

18.2.2003 Approbation als Zahnärztin

2003-2004 Vorklinischer Studienabschnitt der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München

2004-2008 Klinischer Studienabschnitt der Humanmedizin an der Technischen Universität München

25.6.2008 Approbation als Ärztin

Berufslaufbahn:

Mai 2003 bis Januar 2008 Assistenz Zahnärztin in München

Seit September 2008 Assistenzärztin in München

München im Oktober 2008

K. Anette Birkmeier

10. Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich bei Herrn Priv. Doz. Dr. med. Erich Kilger bedanken, der mir das Thema überließ und unter dessen Anleitung diese Arbeit entstand.

Ein besonderer Dank gilt Dr. med. Florian Weis für die engagierte Einarbeitung in die Thematik und die vielfältige Unterstützung während der Dissertation.

Für die kritische Durchsicht des statistischen Teils möchte ich mich ganz herzlich bei den Mitarbeitern des Instituts für medizinische Statistik und Epidemiologie der TU München bedanken.

Insbesondere möchte ich meinen Eltern für ihre immerwährende Unterstützung danksagen.