Aus der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Klinik für Anästhesiologie

Direktor: Herr Prof. Dr. med. Jörg Tarnow, FRCA

Beeinflusst die Sofortextubation bei kardiochirurgischen Patienten den postoperativen Verlauf?

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

Der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Thomas William Demmer

2006

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Bernd Nürnberg
Dekan
Referent: Kindgen-Milles
Korreferent: Gams

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG 2

2. AKTUELLER WISSENSSTAND 3

   2.1. Entwicklungen in der Kardioanästhesie 3
   2.2. Perioperative Risikofaktoren der frühen Extubation 4
   2.3. Einfluss der postoperativen Schmerztherapie auf die Extubationszeit 5
   2.4. Ökonomische Gesichtspunkte der frühen Extubation 6
   2.5. Fragestellung 7

3. PATIENTEN UND METHODEN 8

   3.1. Operative Phase 8
   3.2. Postoperative Phase 9
   3.3. Statistische Analyse 11

4. ERGEBNISSE 12

   4.1. Demographische Daten 12
   4.2. Operationsverlauf 14
   4.3. Nachbeatmungs- und Aufenthaltsdauer 15
   4.4. Abschätzung des postoperativen Krankheitsschweregrades 16
   4.5. Hämodynamischer Verlauf und kardiale Komplikationen 16
   4.6. Respiratorische Störungen 19
   4.7. Andere postoperative Komplikationen und Medikationen 23

5. DISKUSSION 27

   5.1. Einfluss der Anästhesietechnik auf die Extubationszeit 27
   5.2. Postoperative Schmerztherapie und frühe Extubation 28
   5.3. Pulmonale Komplikationen nach sofortiger Extubation 29
   5.4. Kardiale Komplikationen 32
   5.5. Neurologische Komplikationen 34
   5.6. Postoperative Nachblutungen 35
   5.7. Kriterien der Patientenauswahl für die frühe Extubation 35
   5.8. ökonomische Auswirkungen des Extubationstermins 37

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND PERSPEKTIVEN 38

7. LITERATURVERZEICHNIS 41

8. LEBENSLAUF 56

9. ZUSAMMENFASSUNG 57

1. EINLEITUNG

Heute werden weltweit mehr als 800 000 Herzoperationen pro Jahr unter Anwendung des kardiopulmonalen Bypass durchgeführt und die Zahl dieser Eingriffe nimmt stetig zu. Mehr als 50% aller Herzoperationen sind koronarchirurgische Eingriffe. Innerhalb der letzten 20 Jahre nahm der Altersdurchschnitt und die Häufigkeit von Vorerkrankungen koronarchirurgischer Patienten deutlich zu, so dass die Patienten heute mit mehr Risikofaktoren in die Operation gehen. Dem gegenüber stehen zunehmende Erfahrung, Fortschritte in der Operationstechnik, Myokardprotektion und Verbesserung der Anästhesieverfahren, welche es erlauben, die Indikationen für kardiochirurgische Eingriffe auf Hochrisikopatienten und höhere Altersklassen auszudehnen.

Zunehmende Wartelisten für koronarchirurgische Patienten und abnehmende finanzielle Ressourcen im Gesundheitswesen fordern eine Erhöhung der Effizienz. Dies hat Kliniker veranlasst, nach neuen Strategien zur Ökonomisierung zu suchen. In den USA führte dies zum „fast-track"- Konzept [14, 17, 18, 19, 21, 25, 84].

Diese neue Vorgehensweise verwendet modifizierte Anästhesieverfahren, die eine frühe endotracheale Extubation innerhalb von 1 bis 6 Stunden nach der Operation erleichtern [72], ohne das gesundheitliche Risiko für die Patienten zu erhöhen. Auf diesem Wege wird auch ein verkürzter postoperativer Krankenhausaufenthalt der Patienten angestrebt.

Ziel dieser Arbeit ist es, zu überprüfen, ob eine noch frühere Extubation, nämlich die bereits im Operationssaal sofort nach Beendigung des kardiochirurgischen Eingriffes stattfindende Extubation, sicher durchgeführt werden kann und ob dieses Vorgehen im Vergleich zu einer Nachbeatmung auf der Intensivstation den postoperativen Verlauf beeinflusst.

2. AKTUELLER WISSENSSTAND

2.1. Entwicklungen in der Kardioanästhesie

In den 80er Jahren wurde bei Herzoperationen eine hochdosierte Opioidanästhesie angewendet, um eine intraoperative hämodynamische Stabilität sicherzustellen und eine Hypertension und Tachykardie durch tracheale Intubation und Operationsstress zu vermeiden. Die mit den hohen Opioiddosen von 50 bis 100 μg Fentanyl/kg verbundene zentrale Atemdepression machte gleichzeitig eine verlängerte postoperative Nachbeatmung über 12 bis 24 Stunden erforderlich [52, 72] und setzte die Verfügbarkeit ausreichender Betten auf der Intensivstation voraus.
Die neue „fast-track“ Strategie mit modifizierter Anästhesietechnik soll die hämodynamische Stabilität und Koronarperfusion aufrechterhalten und gleichzeitig eine schnelle Wiederherstellung von ausreichender Vigilanz und Spontanatmung und damit eine frühe Extubation ermöglichen. „Fast-track“-Anästhesie beinhaltet eine Kombination aus gasförmigen und intravenösen Anästhetika bei reduzierter Opioiddosis (z. B. Fentanyl ≤ 20 μg/kg) [58]. Dadurch wird die opioidinduzierte Atemdepression reduziert und eine ausreichende Spontanatmung nach dem kardiopulmonalen Bypass begünstigt und die frühe tracheale Extubation innerhalb von 1 bis 6 Stunden erleichtert [21, 72, 84].

Es stellte sich heraus, dass die Anwendung kürzer wirksamer und teurerer Opioide, wie Sufentanil und Remifentanil, gegenüber Fentanyl weder Einfluss auf die Schmerzintensität und postoperative Komplikationen nach der Extubation hat, noch auf die mittleren Nachbeatmungszeiten, die Verweildauer auf der Intensivstation oder die gesamte Liegedauer im Krankenhaus [26, 38, 54, 81]. Für die Anästhesietechnik mit Remifentanilgabe oder niedrig dosiertem Fentanyl wurden keine Unterschiede in Bezug auf perioperative Komplikationen und die Mortalität der Patienten gefunden [20].

Hinsichtlich der „Fast-track“-Anästhesie haben klinische Studien gezeigt, dass die frühe tracheale Extubation (< 10 Stunden) bei ausgewählten koronarchirurgischen Patienten sicher durchgeführt werden konnte, ohne das Risiko für

postoperative Komplikationen zu erhöhen [9, 15, 57, 58, 67, 74]. Die 30 Tage-Mortalität lag in diesen Studien bei etwa 2,7% [61, 85] und nahm nach früher Extubation nicht zu [15, 25, 58].

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass niedrig dosierte kürzer wirksame Opioide in Kombination mit gasförmigen und intravenösen Anästhetika eine frühe Extubation ermöglichen und das dieses Vorgehen nach der aktuellen Datenlage das Outcome nicht verschlechtert.

2.2. Perioperative Risikofaktoren der frühen Extubation

Welche Risikofaktoren beeinflussen den Erfolg der frühen Extubation und welche Patienten sollte länger nachbeatmet werden?
Es konnten folgende präoperative Risikofaktoren für eine erhöhte Mortalität bei „fast-track"-Anästhesie herausgestellt werden:

- weibliches Geschlecht
- Alter
- Myokardinfarkt
- starke Reduktion der linksventrikulären Funktion.

Demgegenüber stehen risikoerhöhende intra- und postoperative Variablen:

- Einsatz der intraaortalen Ballonpumpe
- Notwendigkeit inotroper Therapie
- Nachblutungen
- Arrhythmien
- postoperative Niereninsuffizienz.

Es stellte sich heraus, dass die intra- und postoperativen Variablen viel enger mit einem verlängerten Aufenthalt auf der Intensivstation assoziiert waren als die präoperativen Variablen [50, 85].
Aufgrund dieser Datenlage kann heute prinzipiell jeder Patient ein potentieller Kandidat für die frühe Extubation sein [19, 50] und nicht nur ein Patient mit präoperativ guter kardialer und pulmonaler Funktion und komplikationslosem Operati-

onsverlauf [23, 34]. Bisher wurden in Untersuchungen hinsichtlich der frühen Extubation allerdings ältere Hochrisikopatienten ausgeschlossen [9, 15, 40, 74, 75].

Obwohl sich ältere Patienten normalerweise langsamer von einer kardiochirurgischen Operation erholen, werden diese dennoch als geeignete Kandidaten für eine frühe Extubation angesehen. Ältere Patienten (im Mittel 75 Jahre) wurden zwar nach Herzoperationen später extubiert als Jüngere (im Mittel 56 Jahre). Es gab danach jedoch keine Unterschiede in Bezug auf die 30-Tage-Mortalität oder postoperative Komplikationen [62].

Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass sowohl intra-, als auch postoperative Faktoren die Entscheidung für den Extubationstermin maßgeblich beeinflussten [14, 49, 85]. Für die Entscheidung, ob ein Patient für eine sofortige Extubation in Frage kommt, sind vor allem Faktoren wie hämodynamische Stabilität, Lungenfunktion und präoperative Risikofaktoren bedeutsam.

2.3. Einfluss der postoperativen Schmerztherapie auf die Extubationszeit

Nun stellt sich die Frage, welche Auswirkungen die intraoperative Optimierung der Analgesie auf die postoperative Schmerzintensität hat. Mangano zeigte, dass die „fast-track“ Anästhesie zwar die frühe Extubation ermöglicht, jedoch stärkere postoperative Schmerzen zur Folge hat [52].

Zur Reduktion dieser postoperativen Schmerzen wurde vergleichend eine kontinuierliche Propofolgabe, intrathekal injiziertes Morphium (ITM) oder eine thorakale Epiduralanalgesie, als Bestandteil einer „fast-track“ Anästhesie, untersucht. Ein eindeutiger Effekt von ITM auf die Extubationszeit konnte nicht nachgewiesen werden [12, 73], jedoch zeigte sich eine Reduktion des postoperativen intravenösen Morphiumbedarfs [1].

Bei der Anwendung von regionalen Anästhesietechniken müssen allerdings potentielle Risiken im Zusammenhang mit einer effektiven systemischen Antikoagulation mit Heparin berücksichtigt werden [36].

Eine Alternative zu Opioiden zur Schmerzreduktion sind nicht steroidale antiinflammatorische Analgetika (NSAID). Sie haben keine zentralen Nebenwirkungen wie Atemdepression, Verwirrtheit, Übelkeit und Erbrechen, können

aber den postoperativen Bedarf an Opioiden reduzieren. Das wurde insbesondere für Diclofenac nachgewiesen [39]. In Studien zur frühen Extubation war die Häufigkeit von Übelkeit und Erbrechen jedoch relativ niedrig und hatte keinen Einfluss auf den Aufenthalt auf der Intensivstation [44]. Als Nebenwirkung von NSAID können Blutgerinnung und Nierenfunktion beeinträchtigt werden und gastrointestinale Symptome auftreten [7]. Zur alleinigen Bekämpfung von starken bis sehr starken Schmerzen sind NSAID im Allgemeinen nicht ausreichend, so dass sie nur ergänzend zur postoperativen Schmerztherapie neben Opioiden empfohlen werden können.

Eine suffiziente postoperative Schmerztherapie ist nicht nur wichtig, um eine ausreichende Spontanatmung zu ermöglichen, sondern auch um die Häufigkeit postoperativer myokardialer Ischämien zu reduzieren [52]. Eine unterschiedliche Häufung postoperativer myokardialer Ischämien und Apoplexe im Vergleich von Früh - versus Spätextubation konnte sicher ausgeschlossen werden [9, 15, 58, 70].

2.4. Ökonomische Gesichtspunkte der frühen Extubation

Der Trend hin zur frühen Extubation nach kardiochirurgischen Operationen wird auch durch ökonomische Faktoren bestimmt. Bisher gibt es nur wenige prospektive kontrollierte klinische Studien, in denen Kosteneinsparungen durch die frühe im Vergleich zur späten Extubation nachgewiesen wurden. Einige Studien weisen auf indirekte Kosteneinsparungen nach der frühen Extubation durch einen verkürzten Aufenthalt auf der Intensivstation hin, so dass eine schnellere Verlegung auf eine weniger kostenintensive Intermediate Care Station mit geringerem Personalschlüssel und weniger aufwändigem Monitoring angestrebt werden konnte [25, 84]. Jedoch führte dies nicht zu einer signifikanten Verkürzung der Gesamtverweildauer im Krankenhaus [58]. Eine weitere Studie zeigte hingegen eine deutliche Reduktion der Gesamtkosten um 25 % durch Verkürzung sowohl der Liegedauer auf der Intensivstation, als auch der Gesamtliegedauer im Krankenhaus [14], so dass zusammenfassend die ökonomischen Auswirkungen einer frühen Extubation noch nicht abschliessend beurteilbar sind.

Potentielle Gefahren der sofortigen Extubation auf dem Operationstisch[48, 55, 63, 70] sehen Kritiker vor allem in den ersten Stunden nach der Extubation in Form

von Kältezittern nach Hypothermie, myokardiale Ischämien, Blutungen und kardiorespiratorische Instabilität [17, 69, 84].

2.5. Fragestellung

Da anhand der bisher publizierten Literatur die Frage nach dem optimalen Extubationszeitpunkt nach kardiochirurgischen Operationen noch nicht abschliessend beantwortet werden kann, sollen mit der vorliegenden Arbeit verschiedene – neue – Arbeitshypothesen überprüft werden. Im Vordergrund steht dabei die Sicherheit sowie die Auswirkungen einer noch früheren – nämlich der sofortigen Extubation noch im Operationssaal – nach herzchirurgischen Operationen. Es geht dabei im Einzelnen um folgende Fragen:

1. Ist die Sofortextubation auf dem Operationstisch sicher und gefahrlos durchführbar?
2. Unterscheidet sich der Verlauf von sofortextubierten Patienten in Bezug auf klinische Komplikationen von dem Verlauf primär nachbeatmeter Patienten?
3. Gibt es Unterschiede in der Verweildauer dieser Patienten auf Intensiv- oder intermediate-care Stationen bzw. in der Gesamtverweildauer im Krankenhaus?

3. PATIENTEN UND METHODEN

Bei dieser Arbeit handelt es sich um eine Fall-Kontroll-Studie. Es wurden von Oktober 1998 bis März 2001 insgesamt 116 kardiochirurgische Patienten analysiert. 58 Patienten wurden im Operationssaal extubiert und der Fallgruppe zugeordnet.
Als Ausschlusskriterien wurden definiert:

- Alter unter 18 Jahre
- Notfalleingriff
- minimal-invasive Operation
- Transmyokardiale Laserrevaskularisation
- Body-Mass-Index über 30
- mäßig bis hochgradig eingeschränkte Ventrikelfunktion (EF<40%)
- Körperkerntemperatur < 35,5 °C am Ende der Operation
- PaO2/FiO2 < 200 bei PEEP 5 mbar (= PaO_2 < 100 mmHg bei FiO_2 0,5)

Um Strukturgleichheit zu gewährleisten, wurde die matched-pairs-Technik angewendet und zu jedem Fall eine Kontrolle zugeordnet, welche mit dem Fall bis auf die frühe Extubation weitgehend übereinstimmt.
Zwischen den sofort extubierten Patienten und solchen der Kontrollgruppe gab es keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die präoperativen Daten Alter, Geschlechtsverteilung, Größe, Gewicht, Body Mass Index (siehe Tabelle 4-1 , praeoperative Patientendaten).

3.1. Operative Phase

Alle Patienten erhielten als Einleitungshypnotika Substanzen ohne analgetische Wirkung (Thiopental 5-7 mg/kg oder Etomidat 0,2 mg/kg) und zur Induktion der Anästhesie eine niedrige intravenöse Fentanyldosis (10-15 μg/kg). Zur Aufrechterhaltung der Anästhesie wurde das Inhalationsanästhetikum Isofluran

(1,15 % atm) verwendet und vor der maschinellen Beatmung als Muskelrelaxanz Pancuronium (0,01-0,02 mg/kg) gegeben. Vor dem kardiopulmonalen Bypass wurde in üblicher Weise Heparin intravenös zur Antikoagulation verabreicht. Das Anästhesieverfahren war in beiden Patientengruppen identisch, ebenso die Durchführung der extrakorporalen Zirkulation in Hypothermie.

Zur kontinuierlichen Standardüberwachung während der Operation gehörten die Elektrokardiographie (EKG), die invasive Messung des arteriellen Blutdrucks, die Temperaturmessung, die pulsoximetrische Messung der arteriellen Sauerstoffsättigung des Hämoglobins und die Kontrolle der Urinproduktion. In regelmäßigen Zeitabständen wurden Blutgasanalysen durchgeführt. Als operative Variablen wurden die gesamte Operationsdauer, die Aortenabklemmzeit (cross-clamp-Dauer) und die Dauer der extrakorporalen Zirkulation (EKZ) bestimmt.

3.2. Postoperative Phase

Nach der OP wurden die Patienten der Fallgruppe sofort im Operationssaal extubiert. Die Patienten der Kontrollgruppe wurden postoperativ nachbeatmet und erst auf der Intensivstation extubiert. Vor der Extubation mussten alle Patienten die folgenden Extubationskriterien erfüllen:

- Schutzreflexe voll ausgeprägt
- Stabile Hämodynamik ohne Katecholamintherapie
- Keine hämodynamisch wirksamen Herzrhythmusstörungen
- Körpertemperatur über 35,5°C,
- kein Kältezittern
- PaO_2 unter Beatmung > 100 mm Hg (bei $FiO_2 \leq 0{,}5$) gleichbedeutend mit $PaO_2/FiO_2 > 200$ bei PEEP 5 mbar
- Normokapnie

Unmittelbar nach der Aufnahme auf die Intensivstation und am ersten postoperativen Tag wurde eine Röntgenaufnahme des Thorax durchgeführt. Bei postoperativer respiratorischer Insuffizienz erfolge eine Behandlung mit kontinuier-

lich positivem Atemwegsdruck über einen Nasenmaske (n-CPAP), um eine Reintubation zu verhindern.
Für eine Anwendung von n-CPAP mussten zwei der folgenden Kriterien erfüllt werden:

- PaO2 < 70 mm Hg bei FiO2 ≥ 0,7
- ausgedehnte Belüftungsstörungen im Röntgenthorax
- kardiale Indikation

Zur postoperativen Überwachung wurde die EKG-Ableitung fortgesetzt. Der intraarterielle Blutdruck, die Herzfrequenz und der zentrale Venendruck wurden kontinuierlich gemessen. Die arteriellen Blutgase (PaO_2 und $PaCO_2$) wurden vor, während und am Ende der Operation sowie 4, 8, 12, 16 und 20 h postoperativ auf der Intensivstation abgenommen und ohne Zwischenlagerung analysiert (ABL 750, Radiometer, Kopenhagen, Dänemark). Daneben wurden der pH im Blut und die Temperatur der Patienten prä- und postoperativ in regelmäßigen Zeitabständen kontrolliert.
Die relevanten Laborwerte (Blutbild, GOT, GPT, LDH, Harnstoff, Serumkreatinin, Kreatinkinase (CK) mit MB-Fraktion (CK-MB) wurden präoperativ, direkt nach der OP, 6h später und am Morgen des ersten postoperativen Tages bestimmt.

Mit Hilfe des Apache-II Scores („Acute physiology and chronic health evaluation“[43]) ließ sich der postoperative Schweregrad der physiologischen Störungen der Patienten beider Gruppen abschätzen. Der Berechnung des Apache-II Scores lag eine systematisierte Bewertung physiologischer Messdaten, wie rektale Temperatur, pH-Wert, systolischer Blutdruck, Herzfrequenz, Atemfrequenz, Blutgase und biochemische Messdaten, wie Serum-Natrium, Serum-Kalium, Hämatokrit, Leukozytenzahl, sowie des Alters und chronischer Krankheiten zugrunde

Zur postoperativen Analgesie wurde Pethidin, Piritramid, Diclofenac und Metamizol nach Bedarf verabreicht.

Der Zeitpunkt der Extubation der Kontrollgruppe, der Aufenthalt auf der Intensivstation, sowie der gesamte Krankenhausaufenthalt nach der Operation wurden für beide Patientengruppen dokumentiert und verglichen.
Das Auftreten von pulmonalen, kardialen, renalen und neurologischen Komplikationen während des Krankenhausaufenthaltes, sowie die Verabreichung von Medikamenten, die Thoraxdrainagenfördermenge, die Zufuhr von Erythrozytenkonzentrat und von fresh frozen Plasma wurde protokolliert.

3.3. Statistische Analyse

Die Daten der Fall- und Kontrollgruppe wurden nach Prüfung auf Normalverteilung mit Hilfe des Student's T-Tests verglichen. Dabei wurde ein p-Wert unter 0,05 (zweiseitig) als signifikant angesehen. Die ASA-Gruppenzugehörigkeit und Diagnosegruppen wurden durch Multivarianzanalyse statistisch ausgewertet (Crossstabs). Alle Daten wurden mit Hilfe der Software SPSS 11.5.1 analysiert.

4. ERGEBNISSE

4.1. Demographische Daten

Alle Patienten hatten vor der Operation eine leicht eingeschränkte Ventrikelfunktion (EF= 64-67 %). Aufgrund der Ergebnisse spirometrischer Messungen (FVC, FV1) zeigten alle Patienten präoperativ eine normale bis leicht beeinträchtigte Lungenfunktion, die in den Gruppen statistisch nicht signifikant unterschiedlich und damit vergleichbar war. Die Häufigkeit präoperativer Begleiterkrankungen, wie Hypertonus, Herzrhythmusstörungen, sowie periphere arterielle Verschlusskrankheiten (pAVK) und Diabetes mellitus unterschied sich ebenfalls nicht zwischen den beiden Gruppen. In der Kontrollgruppe war allerdings ein leicht erhöhtes Vorkommen von COPD (neun Patienten, bei sofortiger Extubation vier Patienten) und Niereninsuffizienz in Form einer kompensierten Retention (11 Patienten, bei sofortiger Extubation fünf Patienten) festzustellen (n.s.). Fünf sofort extubierte Patienten und zehn Patienten der Kontrollgruppe hatten innerhalb der letzten sechs Monate einen Myokardinfarkt erlitten. Bei neun sofort extubierten Patienten bzw. elf Patienten der Kontrollgruppe lagen alte Myokardinfarkte länger als 6 Monate zurück. Der Allgemeinzustand und das präoperative Risiko aller Patienten wurde als ASA 3 bis 4 eingestuft. 54 sofort extubierte und 46 nachbeatmete Patienten wurden als ASA 3 klassifiziert. Es wurden vier sofort extubierte und zwölf nachbeatmete Patienten als ASA 4 eingestuft (American Society of Anästhesiologists 1987: ASA 3: Patient mit ernster Systemerkrankung, ASA 4: Patient mit mehreren Systemerkrankungen, die eine dauernde ernste Lebensbedrohung darstellen).

	Sofort-Extubation (n=58)	Spätere Extubation (n=58)
Alter(Jahre)	62,0 ± 11,8	67,4 ± 9,5
Geschlecht (w/m)	17 / 41	14 / 44
Größe(cm)	172 ± 8	173 ± 7
Gewicht (kg)	77,1 ± 12,2	77,9 ± 10,8
Body mass Index	26,0 ± 3,0	26,1 ± 3,1
Ejektionsfraktion (%)	67,4 ± 11,3	63,5 ± 10,1
FVC (%)	88,2 ± 15,7	84,2 ± 18,6
FV1 (%)	107,3± 13,1	109,9± 14,9
Hypertonus (n)	40	48
Myokardinfarkt (n) < 6 Monate vor OP	5	10
Myokardinfarkt (n) > 6 Monate vor OP	9	11
Herzrhythmusstörungen	6	7
pAVK ° (n)	8	10
COPD (n)	4	9
Diabetes mell. (n)	11	12
Niereninsuffizienz:		
1) komp.Retention (n)	5	11
2) NAST* (n)	2	2
3) Terminale NI. (n)	0	2

Tabelle 4-1: Präoperative Patientendaten

Alle Daten sind dargestellt als Mittelwert ± Standardabweichung oder als Anzahl Patienten (n) mit entsprechenden präoperativen Krankheiten.

° PAVK periphere arterielle Verschlußkrankheiten

* NAST Nierenarterienstenose

Es bestand für keinen der erhobenen Parameter ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Auch im Hinblick auf die Indikation zur Operation und die Art der Operation (Bypassoperation, Klappenersatz oder Kombinationseingriff) fanden sich keine signifikanten Unterschiede (siehe Abbildung 4-1).

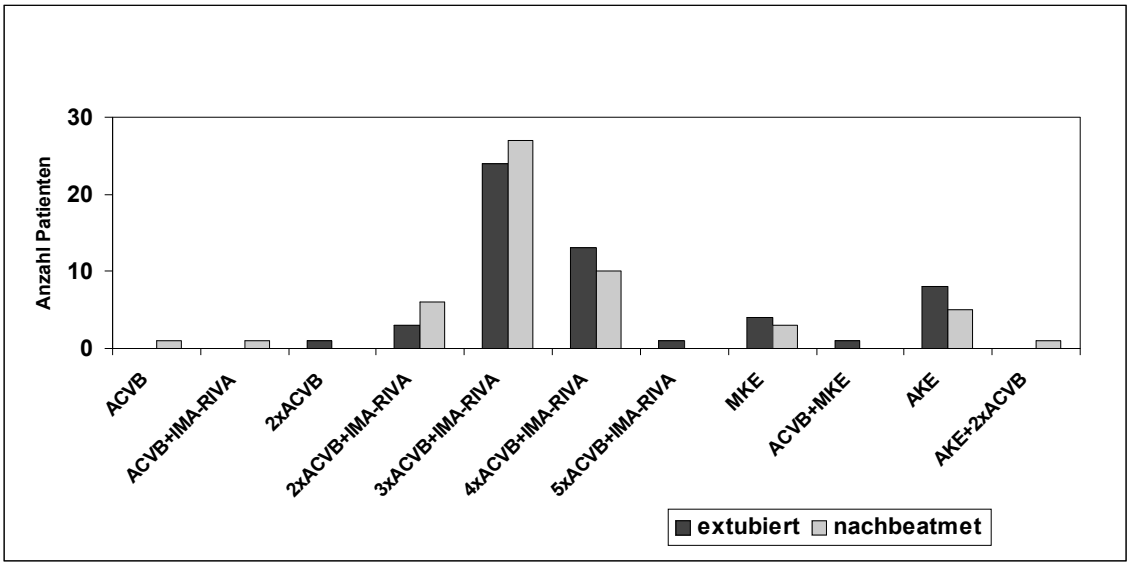

Abbildung 4-1: Durchgeführte Eingriffe im Vergleich der Gruppen

4.2. Operationsverlauf

Die operativen Daten zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen der sofort extubierten Gruppe und der Kontrollgruppe in Bezug auf die gesamte Operationsdauer, die Aortenabklemmzeit (Ischämiezeit) und die Dauer der extrakorporalen Zirkulation (Tabelle 4-2).

	Sofort-Extubation (n=58)	**Spätere Extubation (n=58)**	**Signifikanz (p-Wert)**
OP-Dauer (min)	211,3 ± 43,9	217,3 ± 35,5	0,309
cross-clamp-Dauer (min)	55,2 ± 13,1	57,4 ± 16,9	0,358
EKZ-Dauer (min)	101,2 ± 22,3	100,0 ± 19,5	0,39
Horrowitz-Score nach Intubation	406,1 ± 130,5	419,2 ± 112,1	0,50
Horrowitz-Score vor Extubation	310,4 ± 104,8	319,5 ± 114,1	0,322

Tabelle 4-2: Daten des operativen Eingriffs
Alle Daten werden dargestellt als Mittelwert ± Standardabweichung.

4.3. Nachbeatmungs- und Aufenthaltsdauer

Bei den Sofort-Extubierten wurde bereits im Operationssaal der Trachealtubus entfernt. Die Patienten der Kontrollgruppe wurden im Mittel 6,5 Stunden auf der Intensivstation nachbeatmet (Abbildung 4-2).

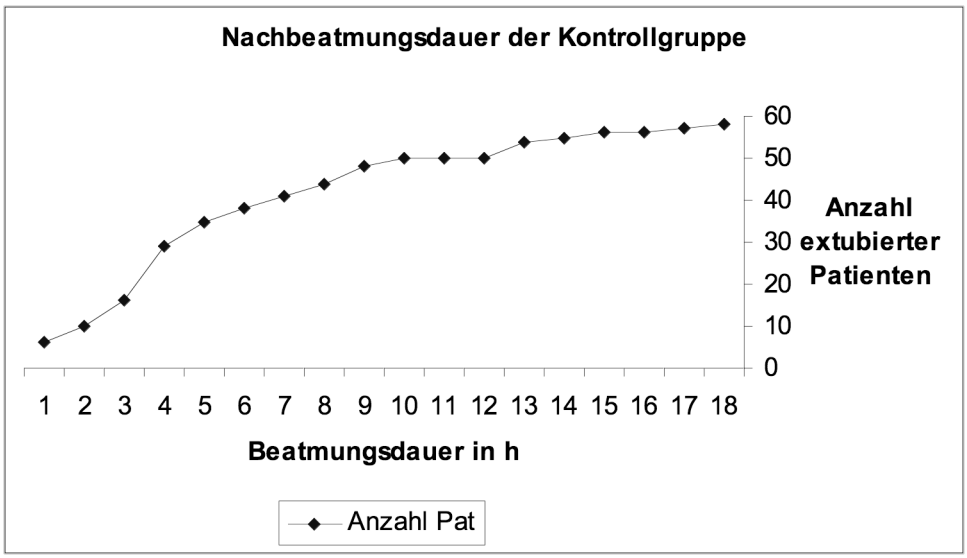

Abbildung 4-2: Nachbeatmungsdauer der Kontrollgruppe

Unter dem Einfluss der hier verwendeten Anästhesietechnik und postoperativen Analgesie konnten 36 Patienten (67,9%) nach maximal sieben Stunden Nachbeatmung extubiert werden, während 8 Patienten (15%) für mehr als 12 Stunden intubiert blieben. Diese Unterschiede im Extubationszeitpunkt zwischen den beiden Gruppen wirkten sich nicht auf den Aufenthalt auf der Intensivstation oder die gesamte postoperative Liegedauer im Krankenhaus aus. Es wurden abgesehen von der Nachbeatmungsdauer keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen gefunden (siehe Tabelle 4-3).

	Sofort Extubation (n=58)	Spätere Extubation (n=58)	Signifikanz (p-Wert)
Extubationszeit (min)	sofort nach OP	409 ± 242	
Liegedauer ICU (h)	23,8 ± 17,9	24,4 ± 12,4	0,452
Liegedauer Krankenhaus nach OP (d)	13,0 ± 4,5	15,0 ± 6,0	0,167
Apache-II Score (Tag 1)	12,6 ± 3,2	13,0 ± 3,2	0,625

Tabelle 4-3: Postoperative Patientendaten
Alle Daten werden dargestellt als Mittelwert ± Standardabweichung.

4.4. Abschätzung des postoperativen Krankheitsschweregrades

Es fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen im Hinblick auf den Apache-II Score am ersten post-OP-Tag (bei sofortiger Extubation 12,6 ± 3,2, bei Nachbeatmeten 13,0 ± 3,2; p=0,625, siehe Tabelle 4-3).

4.5. Hämodynamischer Verlauf und kardiale Komplikationen

Am Ende der Operation bestanden bei allen Patienten stabile Kreislaufverhältnisse. Dies war Voraussetzung für eine Extubation (siehe Extubationskriterien in 3.2). Die Messungen des systolischen Blutdrucks, der Herzfrequenz und des zentralen Venendrucks ergaben für über einen Beobachtungszeitraum von 16 Stunden nach der Operation keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

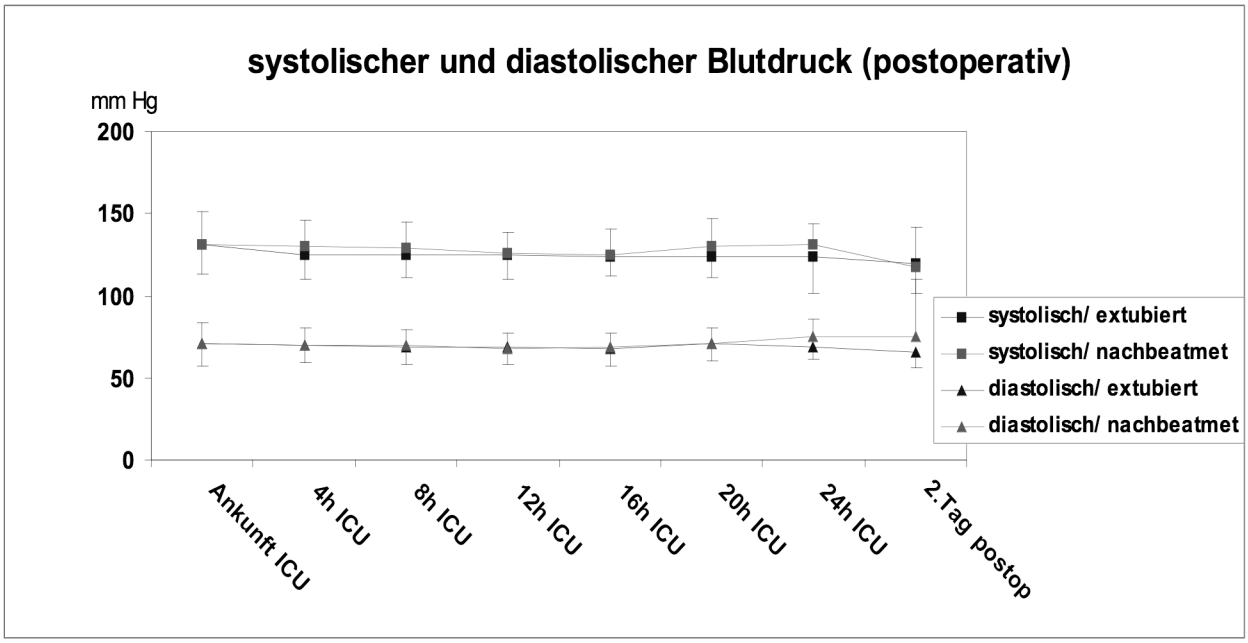

Abbildung 4-3: Systolischer und diastolischer Blutdruck, (Mittelwert und Standardabweichung)

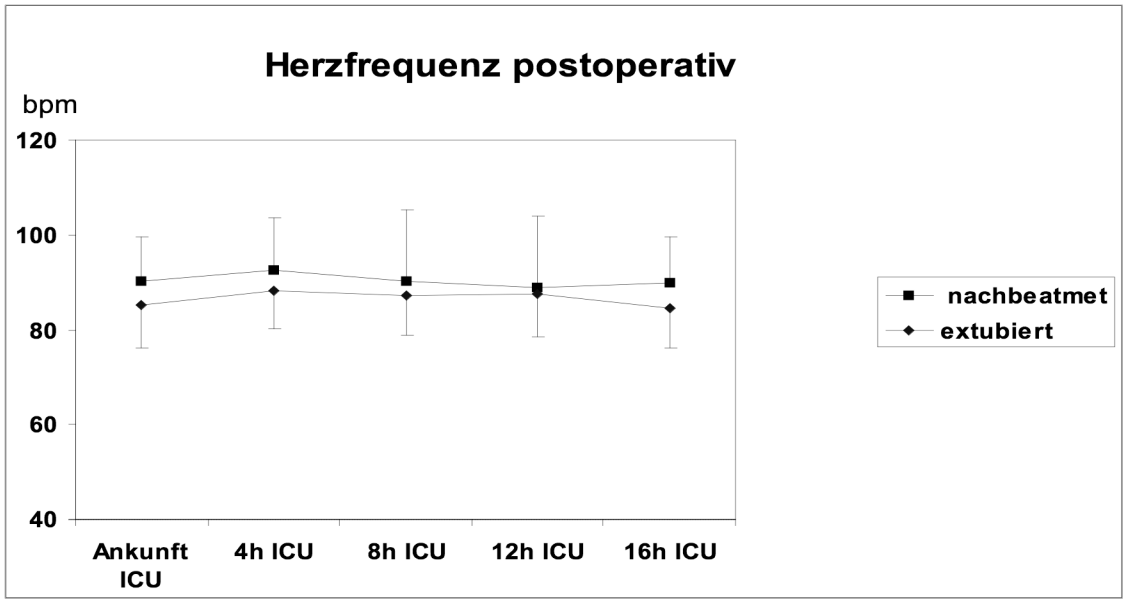

Abbildung 4-4: Herzfrequenz (Mittelwert und Standardabweichung)

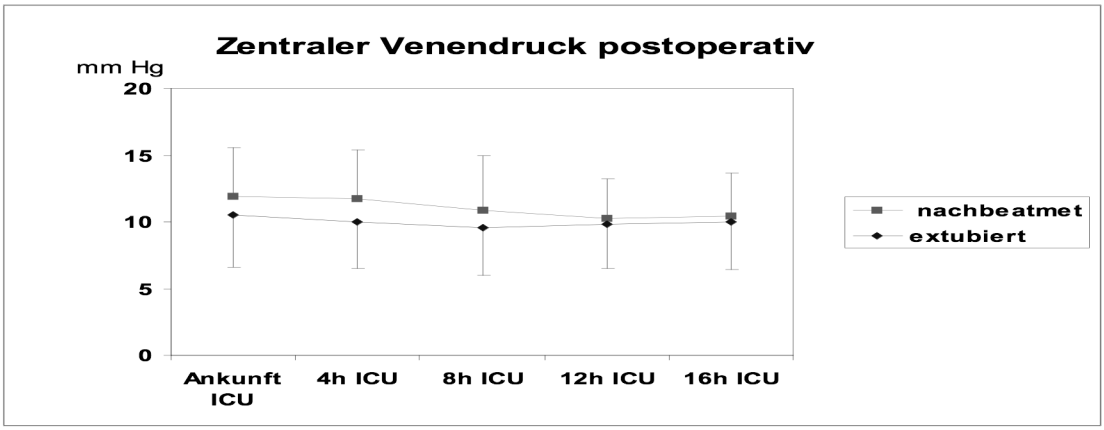

Abbildung 4-5: Zentraler Venendruck (Mittelwert und Standardabweichung)

Bei sechs sofort extubierten Patienten (10%) und bei sieben Patienten der Kontrollgruppe (12%) traten absolute Arrhythmien auf (siehe Tabelle 4-4). Außerdem wurden Reizleitungsstörungen im Herzen als Rechtsschenkelblock bei fünf Patienten (8,5%) nach sofortiger Extubation und bei vier Patienten der Kontrollgruppe (7%) beobachtet. Perioperative Myokardinfarkte traten in keinem Fall auf.

	Sofortige Extubation (n=58)	**Spätere Extubation (n=58)**
Absolute Arrhythmie	6	7
Rechtsschenkelblock	5	4
Myokardinfarkt	0	0
Mitral-Insuffizienz (Neu)	1	0
Pneumonie	0	0
Atelektase	0	2
nCPAP	2/0	2/2
Neurologische Komplikationen	1	1
Niereninsuffizienz	0	0

Tabelle 4-4:Postoperative Komplikationen (Anzahl der Patienten)

4.6. Respiratorische Störungen

Zur Beurteilung der Lungenfunktion wurden die arteriellen Blutgase (der arterielle O_2-Partialdruck PaO_2 und CO_2-Partialdruck $PaCO_2$) analysiert (siehe Abbildung 4-6 und Abbildung 4-7) Diese Messwerte unterschieden sich in den Gruppen nur bei Ankunft auf der Intensivstation. Sofortextubierte Patienten hatten gegenüber nachbeatmeten Patienten einen erniedrigten PaO_2 (126,9 gegenüber 232,2 mm Hg), mit leicht reduzierter Sauerstoff-Sättigung des Hämoglobins (97,4 gegenüber 99,3%, siehe Abbildung 4-8) und erhöhtem $PaCO_2$ (47,3 gegenüber 40,6 mm Hg). Der kurzzeitig erhöhte $PaCO_2$ war mit einem herabgesetzten pH (7,32, siehe Abbildung 4-10) verbunden. Dabei waren nur die Unterschiede im PaO_2 und dem daraus resultierenden Oxygenierungsgrad nach Horrowitz (PaO_2/FiO_2), (siehe Abbildung 4-9) statistisch signifikant. Nach Frühextubation war unmittelbar nach Ankunft auf der Intensivstation ein um 40% geringerer Oxygenierungsindex (199,0 ± 97,3) gegenüber der Spätextubation (336,5 ± 117,5) zu beobachten (p=0,018). Die Oxygenierung des Blutes normalisierte sich für Sofortextubierte innerhalb der ersten 4 Stunden.

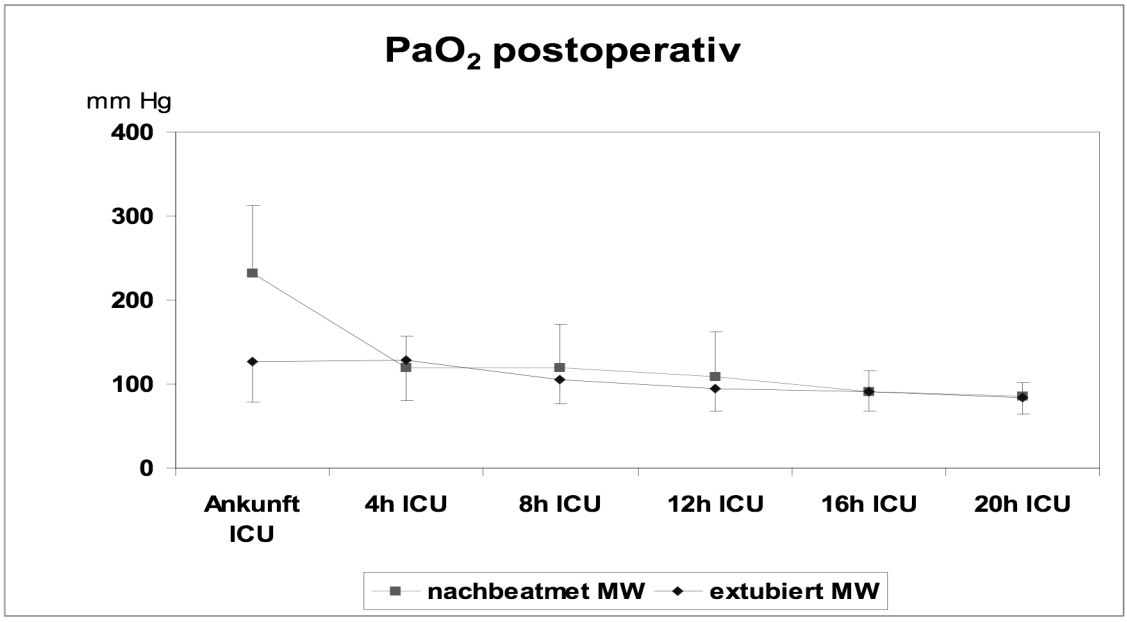

Abbildung 4-6: PaO2 postoperativ (Mittelwerte und Standardabweichungen)

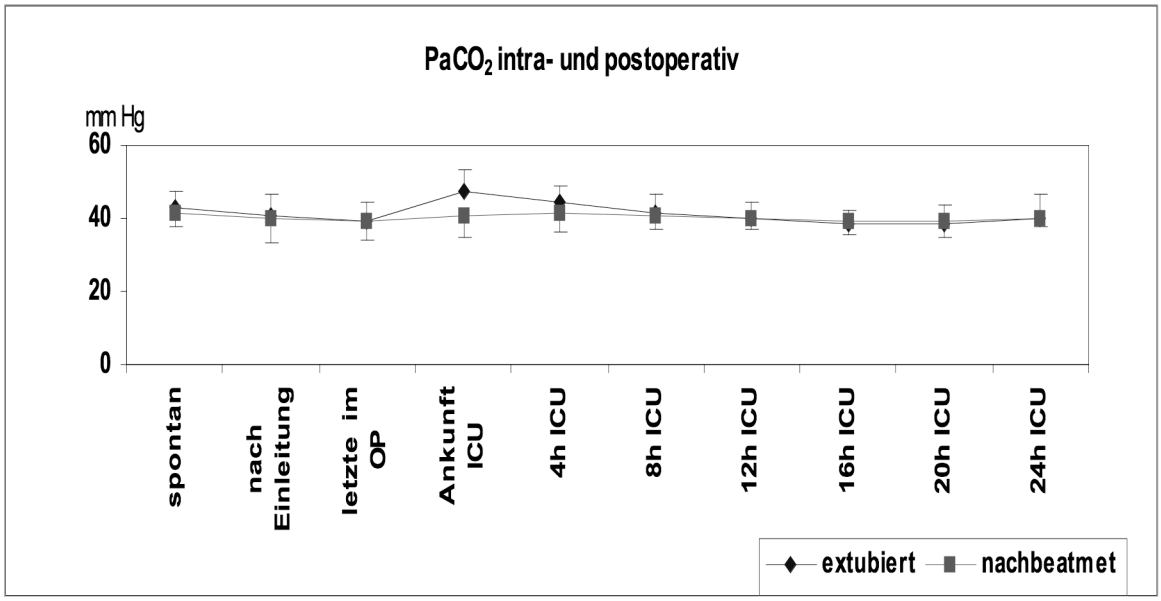

Abbildung 4-7: PaCO2 intra- und postoperativ (Mittelwerte und Standard-abweichung)

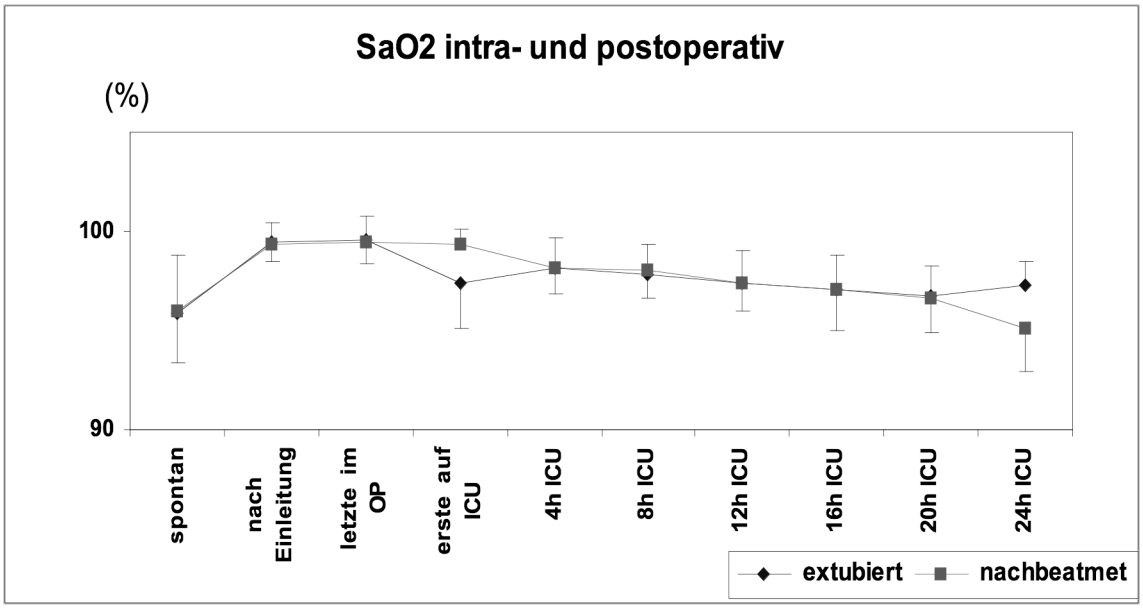

Abbildung 4-8: Sauerstoffsättigung des Hämoglobins in (%) (Mittelwert und Standardabweichung)

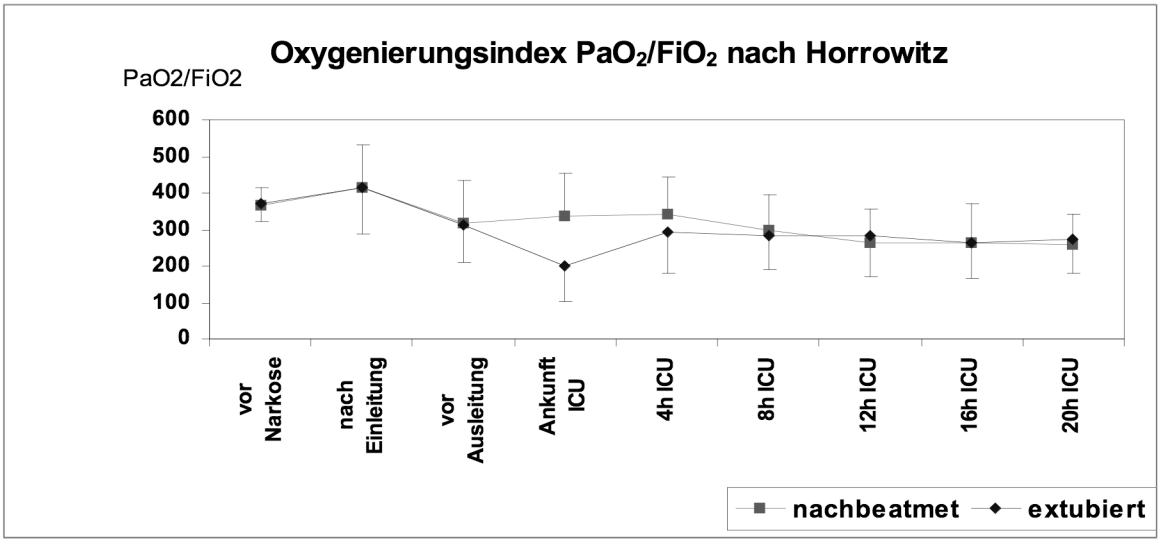

Abbildung 4-9: Oxygenierungsindex nach Horrowitz, (Mittelwert und Standardabweichung)

Alle Patienten waren vier Stunden zu jedem Zeitpunkt gut oxygeniert (siehe Horrowitz-Score und Sauerstoffsättigung in Abbildung 4-8 und Abbildung 4-9) und hatten einen ausgeglichenen Säure-Base-Status (siehe pH-Wert und Basenüberschuß in Abbildung 4-10 und Abbildung 4-11). Die Körpertemperaturen lagen bei Ankunft auf der Intensivstation bei beiden Gruppen bereits oberhalb von 36 °C (siehe Abbildung 4-12).

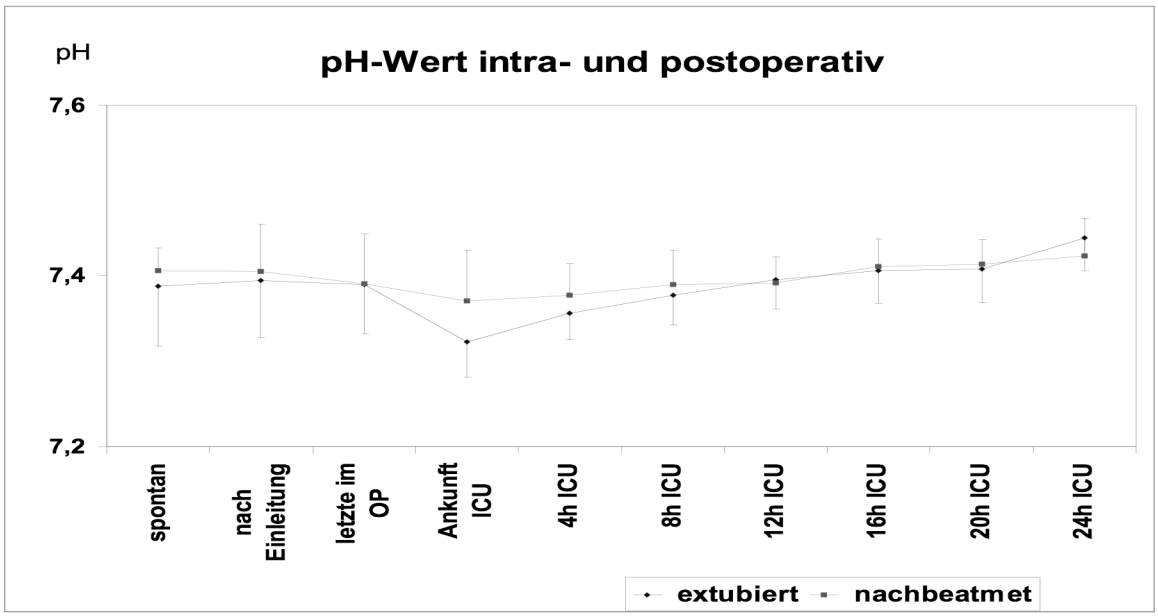

Abbildung 4-10: pH-Wert intra- und postoperativ, Mittelwert und Standardabweichung

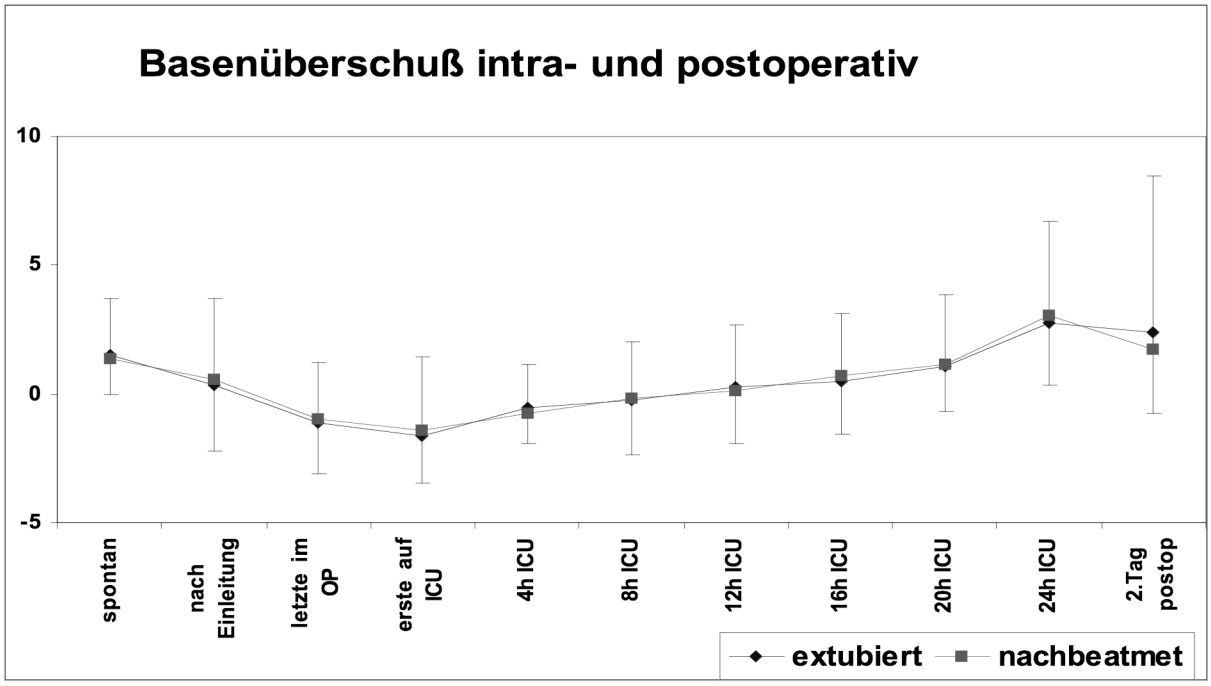

Abbildung 4-11: Basenüberschuß intra- und postoperativ (Mittelwert und Standardabweichung)

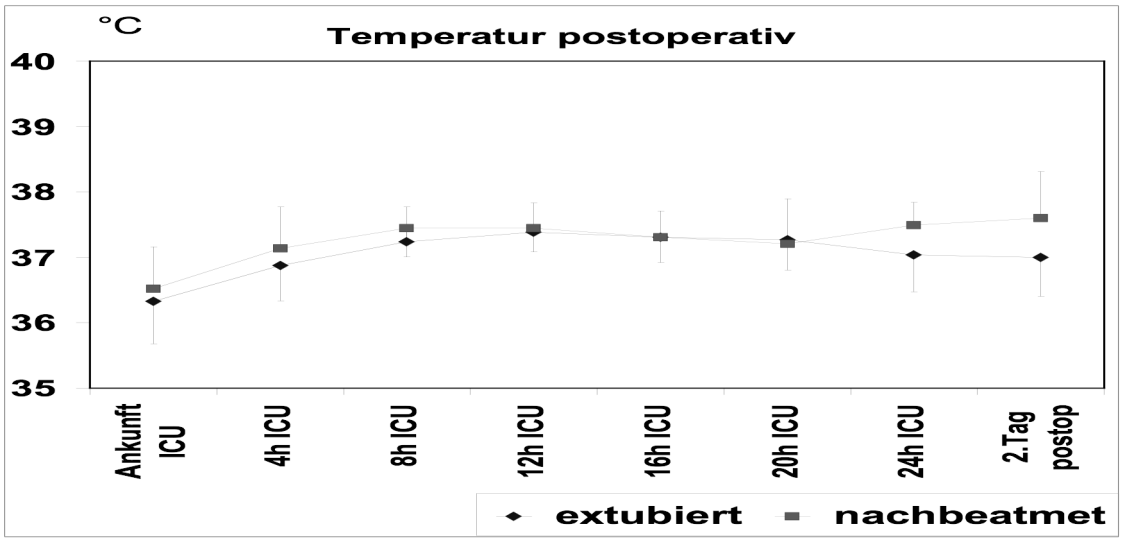

Abbildung 4-12: Temperatur postoperativ (Mittelwert und Standardabweichung)

Pneumonien wurden nicht beobachtet. Die meisten Patienten zeigten keine respiratorischen Störungen (siehe Tabelle 4-4). Bei zwei Sofortextubierten (3,4%) und zwei Patienten der Kontrollgruppe (3,4%) wurde bei dem klinischen Verdacht auf Atelektasenbildung prophylaktisch ein nCPAP (nasal continuous positive airway pressure) angewendet. Bei zwei Patienten der Kontrollgruppe wurden nach der Extubation Atelektasen festgestellt, die zu Oxygenierungsstörungen führten. Um eine Reintubation zu verhindern, wurde nCPAP erfolgreich angewendet.

4.7. Andere postoperative Komplikationen und Medikationen

Es gab aufgrund der Laborbefunde (Harnstoff und Serum-Kreatinin) keine Hinweise auf eine Niereninsuffizienz.
Daneben wurden postoperative neurologische Komplikationen in Form einer Hemiparese bei einem Sofortextubierten und in Form einer subduralen Blutung 48 Stunden nach Entlassung von der Intensivstation bei einer Patientin der Kontrollgruppe nachgewiesen.

Die Verabreichung von Medikamenten war in Häufigkeit und Dosis in beiden Gruppen vergleichbar (s. Abbildung 4-13). Pethidin wurde in Dosierungen ab 2 mg häufiger an nachbeatmete Patienten verabreicht. Die Sofortextubierten haben dagegen deutlich häufiger eine 1 mg Dosis erhalten (Abbildung 4-14).

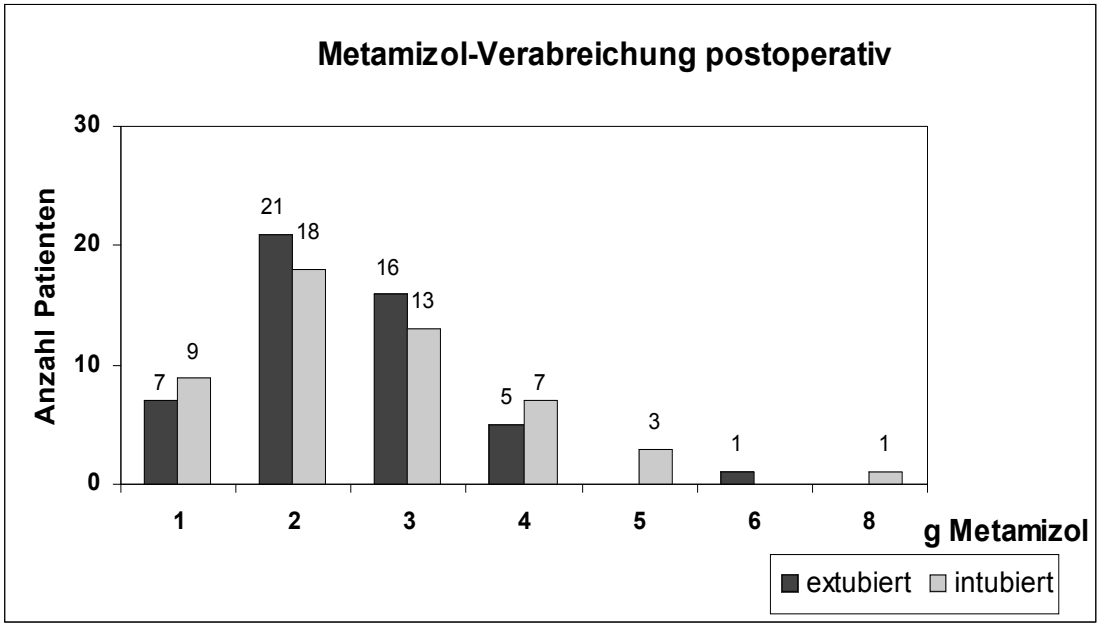

Abbildung 4-13: Metamizolgabe postoperativ

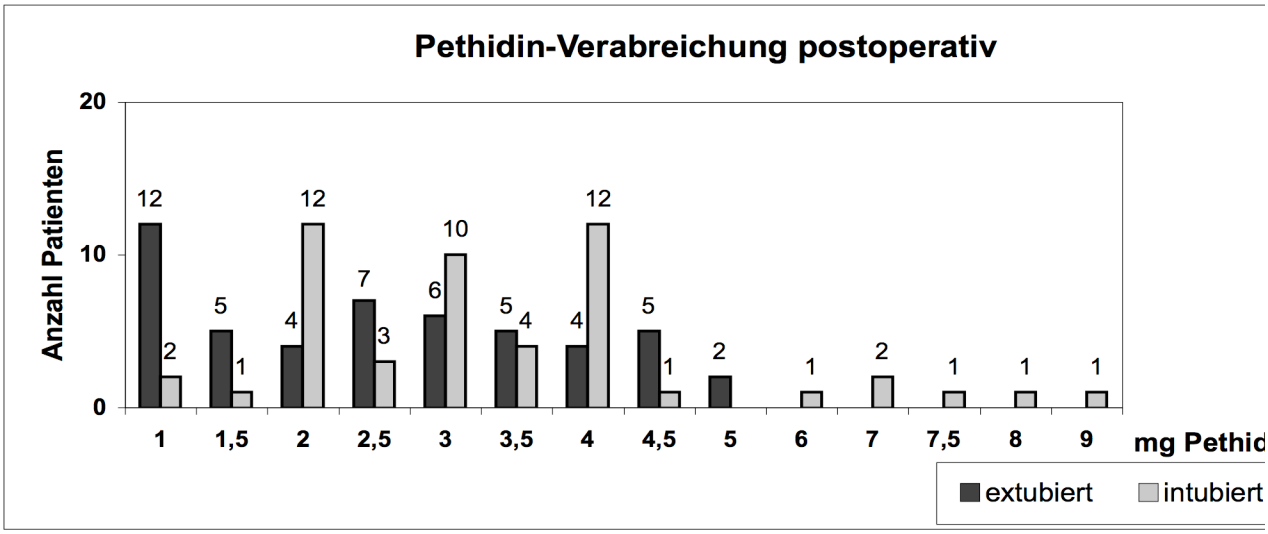

Abbildung 4-14: Pethidingabe postoperativ

Der Anteil sofortextubierter Patienten, die Piritramid (2-21mg) bzw. Diclofenac (50-400mg) erhielten (12 bzw. 7 Patienten), war dagegen deutlich höher als der Anteil der Patienten der Kontrollgruppe (4 bzw. 2 Patienten, siehe Abbildung 4-15Abbildung 4-16).

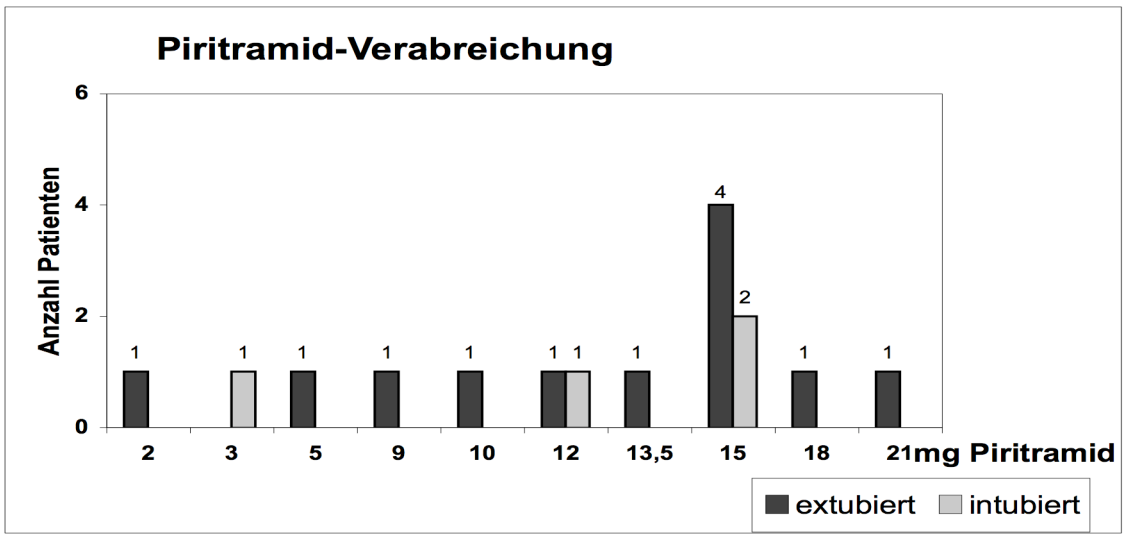

Abbildung 4-15: Piritramidgabe postoperativ

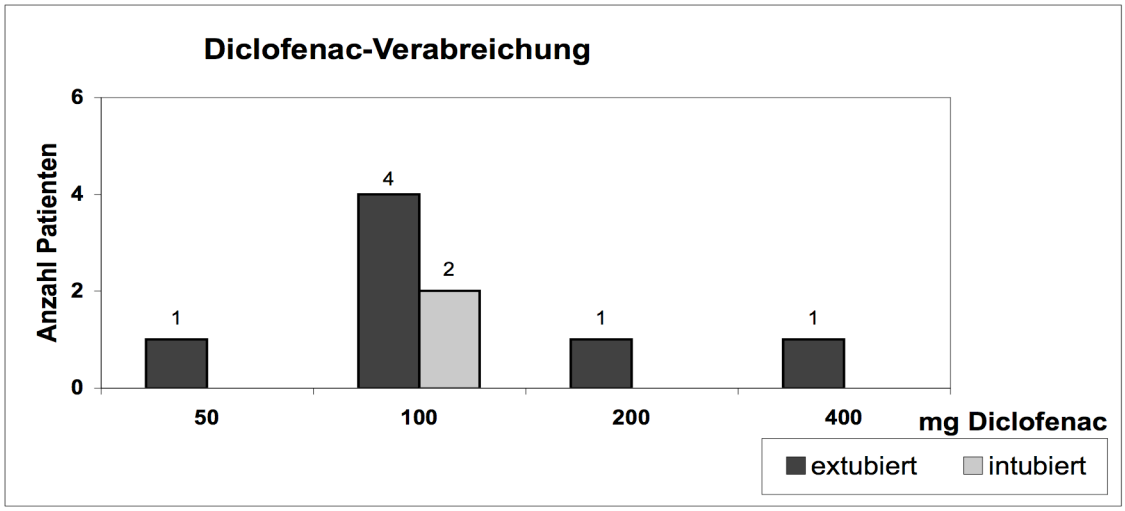

Abbildung 4-16: Diclofenacgabe postoperativ

Der gesamte mittlere Blutverlust der Thoraxdrainage in den ersten 12 postoperativen Stunden war bei Kontrollpatienten (1028,1 ± 872,6 ml) tendenziell - doch nicht signifikant - höher als bei sofortextubierten Patienten (756,5 ± 342 ml) Bluttransfusionen wurden bei beiden Gruppen in gleich häufig durchgeführt (siehe Abbildung 4-17).

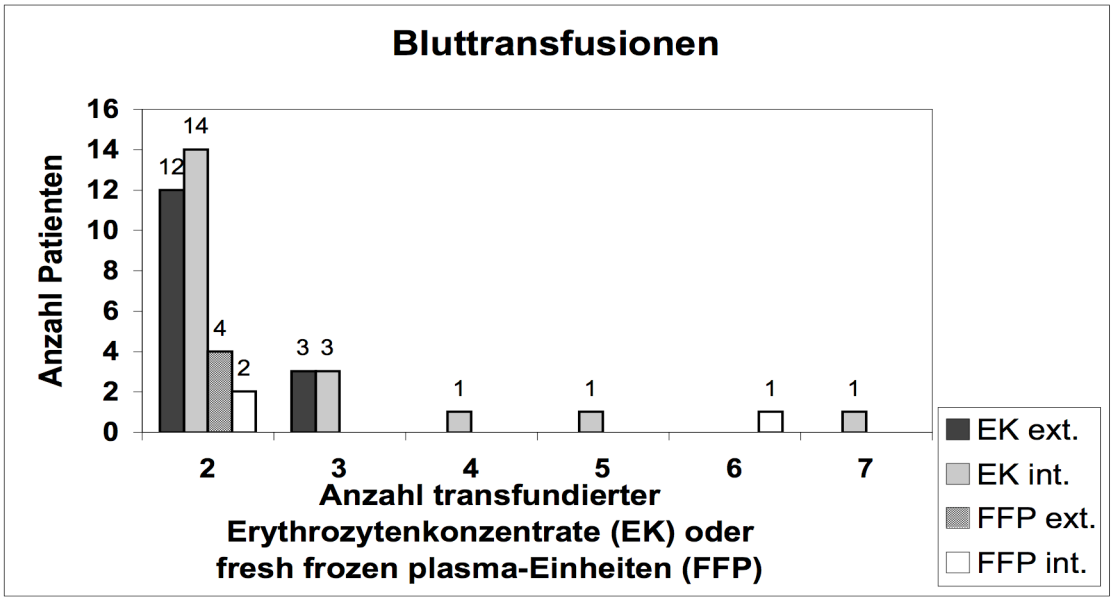

Abbildung 4-17: Bluttransfusionen postoperativ

5. DISKUSSION

Das wichtigste Ergebnis dieser Arbeit ist, dass die sofortige Extubation auf dem Operationstisch bei koronarchirurgischen Patienten mit leicht eingeschränkter kardiopulmonaler Funktion heute ohne erhöhtes gesundheitliches Risiko sicher durchgeführt werden kann. Die vorliegende Arbeit zeigt keine Zunahme postoperativer Komplikationen nach sofortiger Extubation im Vergleich zu einer mehrstündigen Nachbeatmung. Die Häufigkeit postoperativer Komplikationen wurde ganz wesentlich vom intraoperativen Verlauf und nicht vom Zeitpunkt der Extubation beeinflusst. Für die untersuchte Patientengruppe ist demnach eine Nachbeatmung auf der Intensivstation nicht mehr unbedingt zu fordern.
Die in unserer Studie erhobenen Daten bzgl. der Operationsverfahren, der Komplikationshäufigkeit und anderer wichtiger Parameter sind vergleichbar mit denen aus zahlreichen anderen Studien, so dass die Zusammensetzung unserer Studiengruppe repräsentativ für das aktuelle kardiochirurgische Patientengut ist. [17, 18, 57, 58, 70, 74].

5.1. Einfluss der Anästhesietechnik auf die Extubationszeit

In der vorliegenden Studie konnte eine schnelle Wiederherstellung der Spontanatmung und die sofortige Extubation noch im Operationssaal unter dem Einfluss einer „fast-track“ Anästhesie mit Fentanyl/Isofluran und Pancuronium erreicht werden. Zur Aufrechterhaltung der Anästhesie wurde das Inhalationsanästhetikum Isofluran verwendet, welches mit Fentanyl (15 μg/kg) kombiniert eine ausreichende Anästhesietiefe garantiert und wegen seiner guten Steuerbarkeit die postoperative Erholungs- und Aufwachzeit verkürzen konnte, so dass diese Patientengruppe tatsächlich früh extubiert werden konnten.

Festzuhalten ist, dass durch folgende Modifizierung der Anästhesietechnik die Nachbeatmungsdauer verringert werden kann:

- niedrig dosiertes Opioid [9, 15, 57, 58, 74]
- in Kombination mit Inhalationsanästhesie oder der kontinuierlichen Propofolgabe [15, 57]
- Verwendung kürzer wirksamer Muskelrelaxantien [21, 53]
- modifizierte postoperative Schmerztherapie [34]
- keine oder nur mäßige Hypothermie [55, 56, 63, 68, 70, 80]

Erfolg und Sicherheit der frühen Extubation erfordern neben neuen Anästhesietechniken [21, 72] auch ein neues Kontrollmanagement für Atmung, Schmerz, Kältezittern und myokardiale Ischämien in der frühen postoperativen Phase [34], sowie eine vasoaktive Medikation, um eine potentielle Hypertension und Hypotension zu vermeiden. Dies soll in den nächsten Kapiteln besprochen werden.

5.2. Postoperative Schmerztherapie und frühe Extubation

Ziel einer optimalen Schmerztherapie ist es, den Patienten mit einer minimalen Verabreichung von Analgetika eine maximale Schmerzreduktion zu ermöglichen, um so Überdosierungen mit Ateminsuffizienzen und die Reintubation zu vermeiden und einen suffizienten Hustenstoß und gute Mobilisierbarkeit zu erreichen.

Am Ende einer längeren kardiochirurgischen Operation sind noch 50 bis 80% der maximalen intraoperativen Opiatkonzentration im Körper des Patienten vorhanden [29]. Damit ist eine ausreichende postoperative Spontanatmung möglich.

Dennoch sind bereits kurz nach der Operation zusätzliche Analgetikagaben erforderlich, um eine suffiziente Schmerzunterdückung zu erreichen. In der vorliegenden Studie wurden zentral und peripher wirksame Analgetika wie Piritramid, Metamizol und Diclofenac gegen Schmerzen verabreicht. Pethidin wurde je nach Bedarf den Patienten postoperativ auch als Mittel gegen Kältezittern verabreicht.

Es ist unklar, ob die typischen Nebenwirkungen des Opioidagonisten Piritramid, wie zentrale Atemdepression, Verwirrtheit, Übelkeit und Erbrechen einen Einfluss auf den Erholungsprozess hatten, zumal in der vorliegenden Arbeit insgesamt nur relativ wenige Patienten Piritramid erhielten. Auffällig ist jedoch, dass die sofort extubierten Patienten einen deutlich höheren Piritramid- und Diclofe-

nacbedarf als die Kontrollgruppe aufwiesen. Dies könnte begründet sein in der besseren Möglichkeit der Schmerzäußerung dieser Patientengruppe. Die Patienten der Kontrollgruppe erhielten häufiger höhere Dosen an Pethidin zur Schmerztherapie und Sedierung bis zum Erreichen der Extubationskriterien. Die bevorzugte Gabe von Pethidin bei den beatmeten Patienten ist begründet durch die etwas kürzere Halbwertszeit dieser Substanz. Länger wirksame Opioide könnten u. U. die Extubation verzögern, so dass deshalb dem Pethidin der Vorzug gegenüber dem Piritramid gegeben wurde. Metamizol hingegen wurde in Häufigkeit und Dosis in beiden Untersuchungsgruppen vergleichbar appliziert, da es sich um eine standardisierte Anordnung handelt.

Andere Studien wiesen eine Verkürzung der Extubationszeit durch patientenkontollierte Analgesie (PCA), thorakale Epiduralanästhesie oder intrathekal verabreichtes Morphium nach [10, 46, 63, 70, 86]. Es gibt jedoch mehrere Gründe, weshalb diese Schmerztherapien keine echten Alternativen darstellen und sich in der klinischen Praxis bisher nicht durchgesetzt haben. Einerseits muss die optimale Konzentration für intrathekales Morphium noch definiert werden [1], andererseits müssen potentielle Risiken einer epiduralen bzw. spinalen Blockade durch Hämatome insbesondere bei darauf folgender systemischer Antikoagulation mit Heparin berücksichtigt werden [36]. Das Risiko eines permanenten neurologischen Schadens wird mit 1 : 20.000 beschrieben. Obwohl diese Größenordnung im Vergleich zu dem Risiko eines kardiochirurgischen Eingriffes gering ist, muss es dennoch beachtet werden[70]. Eine spezifische Aufklärung des Patienten über dieses Risiko ist erforderlich.

Der relative geringe Analgesiebedarf und die geringe kardiopulmonale Komplikationsrate dieser Studie belegen die ausreichende Analgesie auch ohne die oben beschriebenen Alternativen. Jedoch ist zu bedenken, dass in dieser Arbeit nicht die subjektiv empfundene Schmerzintensität der Patienten erfasst wurde.

5.3. Pulmonale Komplikationen nach sofortiger Extubation

Die Frage, wie früh koronarchirurgische Patienten extubiert werden können, ohne die Komplikationshäufigkeit zu erhöhen, ist nach wie vor umstritten. Die erste postoperative Stunde wird im Hinblick auf potentielle Risiken, wie Hypo-

thermie, hämodynamische Instabilität, Lungenfunktionsstörung und postoperative Blutung, von verschiedenen Autoren als sehr kritisch beurteilt [18, 69, 84].
Obwohl die Extubation noch im Operationssaal in einigen Herzzentren heute durchaus praktiziert wird, wurde ihr Einfluss auf das kardiopulmonale Risiko des Patienten bisher wenig untersucht [48, 55, 63, 68, 70]. In der vorliegenden Untersuchung zeigten Patienten direkt nach sofortiger Extubation signifikant niedrigere arterielle Sauerstoffpartialdrücke gegenüber nachbeatmeten Kontrollpatienten. Daraus resultierte ein um 40% signifikant geringerer Oxygenierungsgrad (Horrowitz-Score). Allerdings war diese zwar statistisch signifikante Reduktion klinisch nicht von Belang, denn alle Patienten hatten stets einen ausreichenden Sauerstoffgehalt im Blut. Eine gleichzeitig registrierte minimale, statistisch nicht signifikante Erhöhung des PaCO2 und Reduktion des pH-Wertes können trotz einer Körpertemperatur über 36°C mit einem noch vorhandenen Kältezittern, mit einer erhöhten metabolischen Aktivität, oder einem erhöhten Sauerstoffverbrauch erklärt werden. Diese prinzipiell ungünstigen Veränderungen der Blutgaswerte unmittelbar nach der Extubation waren vom Ausmaß her gering und wurden von den Patienten ohne erkennbare Nebenwirkungen kompensiert. Sie waren somit klinisch nicht bedeutsam. Bereits nach 4 Stunden waren im Übrigen alle genannten Variablen wieder im Normbereich
Diese Ergebnisse sind im Einklang mit Daten aus anderen Studien, in denen bei koronarchirurgischen Patienten im arteriellen Blut postoperativ und auch ein bis zwei Stunden nach früher Extubation gegenüber präoperativen Basiswerten erniedrigte PaO_2-Werte beobachtet wurde. Festgestellt wurde auch dort ein nicht signifikant erhöhter $PaCO_2$-Wert mit entsprechenden pH-Verschiebungen [21 60, 76].

Es ist anzunehmen, dass die Verbesserung der Oxygenierung vier Stunden nach Extubation der hier untersuchten Patienten wahrscheinlich das Resultat einer Abnahme des intrapulmonalen Rechts-Links-Shunts war [15,30,31], z. B. durch Wiedereröffnung von intraoperativ entstandenen Atelektasen, durch eine zu diesem Zeitpunkt kräftigere Spontanatmung und einen vermehrten Hustenstoss nach Abklingen der Narkotikawirkung.
Aufgrund der Ergebnisse dieser Studie kann die sofortige Extubation im Hinblick auf die Lungenfunktion als sicher angesehen werden. Eine engmaschige Überwachung ist für die ersten Stunden zwingend erforderlich [15, 70].

In dieser Studie wurden bei zwei nachbeatmeten Patienten der Kontrollgruppe Atelektasen beobachtet und deshalb ein therapeutisches nCPAP angewendet, um eine Reintubation zu verhindern. Das Auftreten dieser pulmonalen Komplikation zeigt, dass auch eine längere postoperative Nachbeatmung keineswegs sicher vor solchen Komplikationen schützt, so dass aus diesem Grund eine geplante Nachbeatmung nicht erforderlich ist. Der Erfolg einer Behandlung solcher Atelektasen mit nCPAP ist bewiesen und so konnte auch bei unseren Patienten die Oxygenierung des arteriellen Blutes entsprechend früherer Untersuchungen in weniger als einer Stunde deutlich verbessert werden [42]. Eine Reintubation - mit statistisch erhöhtem Letalitätsrisiko – konnte so vermieden werden [27].
In dieser Arbeit traten weder nach sofortiger Extubation, noch in der Kontrollgruppe Pneumonien auf. Andere Autoren haben nach Extubation im Operationssaal oder in der ersten postoperativen Stunde Atelektasen festgestellt, jedoch ebenfalls keine klinisch relevanten Pneumonien beobachtet [60, 68]. Die Abwesenheit von Pneumonien in der vorliegenden Studie kann damit erklärt werden, dass die meisten der hier untersuchten Patienten aufgrund präoperativ altersentsprechend guter Lungenfunktion ein geringes Pneumonierisiko hatten [41]. Außerdem ist es möglich, dass die hier verwendete konsequente Schmerztherapie das Vorkommen postoperativer Atelektasen und Pneumonien minimieren konnte, weil die Patienten schmerzfrei waren und stets gut abhusten konnten.

Die hier gefundene Reintubationsinzidenz von 0% nach Extubation auf dem Operationstisch ist vereinbar mit früher publizierten Reintubationsraten, die im allgemeinen unter 2% lagen [15, 58, 63, 68, 70, 74, 85]. In weiteren Untersuchungen wurde sogar festgestellt, dass sich die Reintubationsrate nach dem Übergang auf das „fast-track“ Konzept verringerte. Begründet wurde dies durch eine schnellere Normalisierung der Hustenfunktion nach früherer Entfernung des endotrachealen Tubus [50].

Unsere Untersuchung zeigt bei noch früherer Extubation eine weitere Abnahme der Reintubationsrate. Das Verfahren kann also als sicher angesehen werden und hat möglicherweise bezüglich der Vermeidung einer Reintubation Vorteile, die am ehesten auf einem verbesserten Hustenstoss beruhen. Es muss jedoch

methodenkritisch angemerkt werden, dass die Patienten unter Studienbedingungen natürlich besonders sorgfältig überwacht wurden, wodurch u. U. sich entwickelnde respiratorische Komplikationen früher als bei Normalpatienten erkannt und somit respiratorische Insuffizienzen weitgehend vermieden werden konnten.

5.4. Kardiale Komplikationen

In dieser Studie fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen sofortiger Extubation im Operationssaal und späterer Extubation in Bezug auf den hämodynamischen Verlauf (arterieller Blutdruck, Herzfrequenz) und auf die Notwendigkeit einer vasoaktiven Therapie. Es zeigte sich also, dass die Kreislaufverhältnisse unter dem Einfluss des hier verwendeten Anästhesieverfahrens und auch bei früher Spontanatmung stabil blieben. Dieses Ergebnis ist mit Daten aus Studien an koronarchirurgischen Patienten vergleichbar [15, 66, 67], in denen bei Anwendung von „fast-track"-Anästhesietechniken eine ausreichende Kontrolle intraoperativer Stressoren und somit eine intra- und postoperative hämodynamische Stabilität gewährleistet wurde.
Auffällig in unserer Studie war lediglich ein leicht erhöhter zentraler Venendruck in der Gruppe der nachbeatmeten Patienten in den ersten 12 Stunden. Dies ist bedingt durch die Beatmung mit positivem end-expiratorischen Druck und korreliert mit den Nachbeatmungsstunden.
Die Analyse der kontinuierlichen 12-Kanal EKG-Ableitung lieferte in dieser Arbeit keine Hinweise auf postoperative myokardiale Ischämien. Therapierelevante postoperative Myokardinfarkte werden ausschließlich durch charakteristische EKG-Veränderungen diagnostiziert Die isolierte Messung der Kreatinkinase-MB-Fraktion ohne EKG-Detektion hat demgegenüber nur minimalen diagnostischen Wert [13], jedoch wurden auch keine labor-chemischen Indikatoren für postoperative Myokardinfarkte gemessen. Während bisher belegt ist, dass bei einem Risiko postoperativer Myokardinfarkte nach Koronarchirurgie von bis zu 5% [9, 20, 58, 69, 74] eine frühe Extubation nach 1-11h [9, 15, 58, 74] das Risiko nicht anhebt, zeigen wir mit unserer Studie, dass auch die Extubation im Operationssaal das Risiko für Myokardischämien nicht erhöht.

Eine wichtige Maßnahme zur Reduktion myokardialer Ischämien ist eine ausreichende Stresssuppression bei koronarchirurgischen Patienten [52]. Die Manifestation myokardialer Ischämien ist am höchsten innerhalb der ersten zwei Stunden nach dem kardiopulmonalen Bypass (38-45%), wenn die Wirkung der Anästhesie nachließ [52, 79]. Nach früher Extubation (1-6h) fand man bei konsequenter Analgesie keine Zunahme der perioperativen Plasmakatecholaminspiegel als Ausdruck einer adrenergen Stressreaktion und keine Zunahme der Häufigkeit post-operativer myokardialer Ischämien (32-50%) im Vergleich zur konventionellen Extubation (12-24h) [15,9].
Obwohl eine ausreichende Analgesie in diesem Zusammenhang wichtig ist, hat doch die verwendete Anästhesietechnik im Vergleich zur Länge der „cross-clamp“ Zeit, der Qualität der Operation und der hämodynamischen Kontrolle einen vergleichsweise geringen Einfluß auf die Inzidenz postoperativer myokardialer Ischämien und Myokardinfarkte [77, 78, 82]. Im Vergleich zu älteren Studien nahm die Häufigkeit postoperativer myokardialer Ischämien auf ungefähr die Hälfte ab [15]. Diese Reduktion postoperativer Myokardinfarkte beruht am ehesten auf den Verbesserungen in der perioperativen Patientenversorgung:

- verbesserte Operationstechnik mit verkürzter Ischämiezeit von unter 60 Minuten [77, 78, 82]
- Fortschritte in der Myokardprotektion
- milde Hypothermie
- hämodynamische Kontrolle
- konsequente Analgesie durch besser steuerbare Opioide

Weitere mögliche Komplikationen nach Frühextubation können Rhythmusstörungen sein. In der vorliegenden Arbeit wurden absolute Arrhythmien und Reizleitungsstörungen bei 10% der Patienten nachgewiesen. Beide Arten von Rhythmusstörungen wurden im Zusammenhang mit atrialen Fibrillationen (Vorhofflimmern) beobachtet [71]. Vergleicht man die vorliegenden Ergebnisse mit früheren Studien, wo Anästhesietechniken die sofortige Extubation im Operationssaal zuließen, so wurden postoperative atriale Fibrillationen in gleicher Häufigkeit festgestellt [63]. Andere Studien stellten zwei- bis viermal soviel Arrhythmien fest [68, 70]. Wichtig ist aber, dass postoperative Arrhythmien nach früher Extubation (0,5h) im Vergleich zur konventionellen Extubation (7h) nicht zunah-

men [15,50,68]. Postoperative atriale Fibrillationen sind eine ernste Komplikation, denn sie erhöhen die Häufigkeit postoperativer neurologischer Komplikationen und die Mortalität [2]. Der Krankenhausaufenthalt verlängert sich durchschnittlich um 5 Tage und erhöht somit die Gesamtbehandlungskosten pro Fall [5].

5.5. Neurologische Komplikationen

In den vorliegenden Untersuchung traten postoperativ neurologische Komplikationen in Form einer Hemiparese bei einer sofort extubierten Patientin und in Form einer verzögerten subduralen Blutung 48 Stunden nach Entlassung von der Intensivstation bei einem später extubierten Patienten auf. Folglich war die Komplikationshäufigkeit mit 1,7% niedrig und vergleichbar mit früher publizierten Raten von 1 bis 3% [63, 68, 70].

Andere Autoren berichteten von zerebralen Ischämien mit und ohne permanente neurologische Defekte und von Psychosen. Als Risikofaktoren für zerebrale Komplikationen wurden nach kardiochirurgischen Eingriffen fortgeschrittenes Alter über 70 Jahre, eine ausgeprägte aortale Arteriosklerose, eine verlängerte Aortenabklemmzeit und postoperative Arrhythmien beschrieben [3, 59], nicht aber der Zeitpunkt der Extubation.

Der Patient mit der subduralen Blutung war 80 Jahre alt und wurde präoperativ der Risikogruppe ASA 4 zugeordnet. Er erhielt eine fünffache Bypass-Operation bei der die cross-clamp-Zeit doppelt so lang war wie im Vergleich zum Durchschnitt und es trat postoperativ eine absolute Arrhythmie auf. Durch die absolute Arrhythmie war er besonders gefährdet, Thromben zu entwickeln und im Verlauf eine zerebrale Embolie zu erleiden. Die Behandlung erforderte im vorliegenden Fall einen verlängerten Aufenthalt auf der Intensivstation.

Ein besonderer Vorteil der frühen Extubation ist die schnellere und zuverlässigere neurologische Beurteilbarkeit des Patienten. Neurologische Komplikationen können dann unter Umständen früher erkannt werden und eine frühere zielgerichtete Behandlung ist möglich. Dies ist entscheidend für die Prognose, denn die Erfahrungen aus der Therapie des Apoplexes belegen, dass eine frühe Behandlung („golden hour“) zur Verbesserung der Prognose führt.

5.6. Postoperative Nachblutungen

Der gesamte mittlere Blutverlust über die Thoraxdrainage war in den ersten 12 postoperativen Stunden bei Kontrollpatienten gegenüber sofort extubierten Patienten nicht signifikant erhöht. Daher muß angenommen werden, dass das Risiko postoperativer Nachblutungen durch eine sofortige Extubation nicht erhöht wird. Diese Schlussfolgerung ist mit früheren Befunden vereinbar, nach denen keine signifikanten Unterschiede zwischen sofortiger und späterer Extubation hinsichtlich des postoperativen Blutverlustes aus der Thoraxdrainage in den ersten 12 bis 24 Stunden festgestellt wurden [15, 68].

Bezüglich der Gabe von fresh frozen plasma (FFP) wurde in beiden Patientengruppen etwa gleich wenig verabreicht. Rund 7 % der sofort Extubierten und 5% der Kontrollpatienten erhielten FFPs. In diesen Fällen konnte kein Zusammenhang mit einem erhöhten präoperativen Risiko und längeren Bypass-Zeiten dieser Patienten erkannt werden.

5.7. Kriterien der Patientenauswahl für die frühe Extubation

Die sofortige Extubation auf dem Operationstisch kann nicht für alle Patienten als Routinepraxis nach Herzoperationen empfohlen werden. Vielmehr sollten diejenigen Patienten, die von einer sofortigen Extubation im Hinblick auf eine schnellere Normalisierung der pulmonalen und kardialen Funktion profitieren, entsprechend der Meinung vieler Kliniker kritisch ausgewählt werden [21, 23, 34]. Fortgeschrittenes Alter über 70 Jahre wird unter diesem Aspekt heute wegen intensiver postoperativer Überwachung nicht mehr als besonderer Risikofaktor für die sofortige Extubation angesehen [47, 62, 8]. In dieser Studie unterschied sich das Durchschnittsalter der beiden Gruppen (Studiengruppe 62 Jahre, Kontrollgruppe 67 Jahre) nicht signifikant. Diese Patienten wurden erfolgreich sofort extubiert, ohne das gesundheitliche Risiko zu erhöhen. Bei etwa 5 bis 20% der kardiochirurgischen Patienten muss mit einer verlängerten Nachbeatmung gerechnet werden [22,45]. Insbesondere Hochrisikopatienten mit instabiler Angina, COPD, Niereninsuffizienz und einem kardiopulmonalen Bypass mit verlängerter cross-clamp-Zeit sind besonders gefährdet, eine längere mechanische Beat-

mung zu benötigen [22]. Diese Hochrisikopatienten wurden deshalb von der Studie ausgeschlossen.

In der vorliegenden Studie wurde eine Vorauswahl aller Patienten getroffen durch eine Beurteilung der klinischen Symptome und die Abschätzung des präoperativen Krankheitsschweregrades. Obwohl der Zeitpunkt der Extubation und die Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation in viel stärkerem Maße durch den Operationsverlauf und das Auftreten postoperativer Komplikationen bestimmt wird, als durch präoperative Risikofaktoren [16,50, 85], benutzten frühere Herz-Risiko-Scores ausschließlich präoperative Risikofaktoren um die postoperative Krankheit und Mortalität der Patienten vorherzusagen [35, 65, 83].

In dieser Studie wurde der postoperative Krankheitsschweregrad mit Hilfe des Apache-II Scores bestimmt. Auf Grund der in den Apache-II Score eingehenden Variablen erscheint dieser Score dafür besonders geeignet, denn er erfasst nicht nur die Auswirkungen von peri- und postoperativer Anästhesie- und Operationstechnik auf die Physiologie, sondern er beinhaltet auch eine Bewertung des präoperativen Risikoprofils des Patienten [8]. In dieser Studie unterschieden sich die innerhalb von 24 Stunden postoperativ bestimmten Apache-II-Scores für Früh- und Spätextubation nicht signifikant. Ähnliche Daten wurden aus Studien mit „fast-track“-Konzepten publiziert [8, 69, 74].

In der klinischen Praxis können der erfahrene Anästhesist und Chirurg das postoperative Risiko ihres Patienten nach dem kardiopulmonalen Bypass mit Hilfe des präoperativen Krankheitsschweregrades (z. B. unter Berücksichtigung der linksventrikulären Ejektionsfraktion), des Operationsverlaufs und des Apache-II-Scores gut abschätzen. Nach Entwöhnung und bei Vorliegen der Extubationskriterien kann dann endgültig entscheiden werden, ob ein Patient ohne gesundheitliches Risiko extubiert werden kann. Es ist danach wichtig, die respiratorische Funktion des Patienten insbesondere in der ersten Stunde nach Extubation zu beobachten und bei entsprechender Indikation neben der Applikation von Medikamenten auch therapeutische Maßnahmen zur direkten Verbesserung des pulmonalen Gasaustauschs, z.B. die Anwendung von nCPAP, zu ergreifen.

5.8. ökonomische Auswirkungen des Extubationstermins

In der vorliegenden Untersuchung fanden sich keine signifikanten Unterschiede im Hinblick auf die Verweildauer auf der Intensivstation. Hinsichtlich der gesamten postoperativen Liegedauer im Krankenhaus konnte ein Trend zu Gunsten der Gruppe der sofort Extubierten festgestellt werden. Der Unterschied war jedoch nicht signifikant.

Es stellt sich daher die Frage, ob und inwieweit die Extubation noch im Operationssaal zu einer Ökonomisierung des Krankenhausbetriebes beitragen kann ? Einige Studien weisen auf indirekte Kosteneinsparungen nach der frühen Extubation durch einen verkürzten Aufenthalt auf der Intensivstation hin. Diese Patienten konnten schneller auf eine weniger kostenintensive Intermediate Care Station mit geringerem Personalschlüssel und weniger Monitoring verlegt werden [25, 84]. Jedoch führt dies nicht zu einer signifikanten Verkürzung der Gesamtverweildauer im Krankenhaus [58]. Eine weitere Studie zeigt dagegen eine deutliche Reduzierung der Gesamtkosten um 25 % durch die verkürzte Liegedauer auf der Intensivstation und im Krankenhaus insgesamt [14]. Letztlich bleibt diese Frage ungeklärt und muß unter Berücksichtigung der jeweiligen lokalen Gegebenheiten beantwortet werden. Eine mögliche Erklärung für den fehlenden Unterschied in unserer Studie könnten organisatorische Besonderheiten unseres Hauses sein. So standen zum Zeitpunkt der Untersuchung keine ausreichenden Kapazitäten im Intermediate-Care Bereich zur Verfügung, so dass aus logistischen Gründen Patienten auf der Intensivstation verbleiben mussten, die prinzipiell vom Überwachungsaufwand her „IMC-fähig“ gewesen wären. Mögliche Einsparpotentiale im Intensivbereich konnten daher zum Zeitpunkt der Studiendurchführung nicht realisiert werden.

Ökonomische Vorteile dieser Methode können im Übrigen auch nur dann realisiert werden, wenn die Extubation nicht zu einem (wesentlich) verlängerten Aufenthalt im Operationssaal führt, denn die Kosten für den Aufenthalt im Operationssaal sind im Vergleich zu den übrigen Krankenhauskosten am höchsten. Verzögerungen bis zum Erreichen der Extubationskriterien müssen daher vermieden werden, um die Auslastung der Operationssäle nicht zu reduzieren. In dieser Arbeit hat die Praxis der Extubation im Operationssaal nicht zu einer relevanten Verlängerung des Aufenthaltes im OP geführt.

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND PERSPEKTIVEN

Zusammenfassend ist festzustellen, dass alle hier untersuchten koronarchirurgischen Patienten mit einer präoperativ leicht eingeschränkten kardiopulmonalen Funktion und einem unkomplizierten Operationsverlauf auf dem Operationstisch erfolgreich extubiert werden konnten.

Nach sofortiger Extubation war die Häufigkeit postoperativer pulmonaler, kardialer und neurologischer Komplikationen insgesamt gering und im Vergleich zur verlängerten Nachbeatmung nicht erhöht. Auch das Risiko für Nachblutungen war nicht erhöht. Schwerwiegende Komplikationen wie respiratorische Insuffizienz mit Reintubation, Pneumonien, Myokardinfarkte oder Todesfälle traten nicht auf. Diese Daten lassen den Schluss zu, dass die meisten koronarchirurgischen Patienten mit den oben genannten Voraussetzungen ohne erhöhtes Risiko bereits im Operationssaal extubiert werden können.

Veränderungen in der Praxis der Extubation und der postoperativen Versorgung sind nicht zuletzt aus ökonomischen Gründen dringend erforderlich. Eine sofortige Extubation in Verbindung mit einem strukturierten postoperativen Behandlungsregime könnte ohne erhöhtes Risiko für den Patienten zu einer Reduktion der Behandlungskosten und zu einer besseren Nutzung der knappen Krankenhausressourcen führen.

ABKÜRZUNGEN

ACVB	Aortokoronarer Venenbypass
RIVA	Ramus interventricularis anterior
AKE	Aortenklappenersatz
MKE	Mittelklappenersatz
IMA	internal mammary artery
KPB	Kardiopulmonaler Bypass
EF	Ejektionsfraktion – Auswurffraktion
PaO_2	arterieller Sauerstoffpartialdruck
$PaCO_2$	arterieller Kohlendioxidpartialdruck
FiO_2	Anteil von Sauerstoff im Inspirationsgas
SaO_2	Sauerstoffsättigung des Hämoglobins
PEEP	positive endexpiratory pressure
FVC	forced vital capacity
FV_1	first-second forced expiratory volume
PTT	partielle Thromboplastinzeit

nCPAP	nasal continuous positive airway pressure
COPD	chronic obstructive pulmonary desease
PAVK	periphere arterielle Verschlußkrankheit
NAST	Nierenarterienstenose

7. LITERATURVERZEICHNIS

1.
Alhashemi J.A., Sharpe M.D., Harris C.L., Sherman V., Boyd D.
Effect of subarachnoid morphine administration on extubation time after coronary artery bypass graft surgery
J.Cardiothorac.Vasc.Anesth.2000; 14: 639-644

2.
Almassi G.H., Schowalter T., Nicolosi A.C., Aggarwal A., Moritz T.E., Henderson W.G. et al
Atrial fibrillation after cardiac surgery: a major morbid event?
Ann.Surg.1997; 226: 501-11

3.
Almassi G.H., Sommers T., Moritz T.E. et al
Stroke in cardiac surgical patients: Determinants and outcome
Ann.Thorac.Surg.1999; 68: 391-398

4.
Andrews T.C. Reimold S.C., Berlin J.A., Autman E.M.
Prevention of supraventricular arrhythmias after coronary artery bypass surgery: A meta-analysis of randomized control trials
Circulation 1991; 84: III 236-244

5.
Aranki S.F., Show D.P., Adams D.H., Rizzo R.J., Couper G.S., VanderVliet M. et al
Predictors of atrial fibrillation after coronary artery surgery. Current trends and impact on hospital resources
Circulation 1996; 94: 390-7

6.
Arom K.V., Emery R.W., Petersen R.J., Schwartz M.
Cost-effectiveness and predictors of early extubation
Ann.Thorac.Surg. 1995; 60: 127-132

7.
Bailey K., Karski J., Zulys V., Carroll J.
Safety of indomethacin in the early postoperative period following aortocoronary bypass surgery
Can.J.Anaesth.1994; 41: A41

8.
Becker R.B., Zimmerman J.E.,.Knaus W.A., Wagner D.P., Seneff M.G., Draper E.A., Higgins T.L., Estafanous F.G., Loop F.D.
The use of APACHE III to evaluate ICU length of stay, resource use, and mortality after coronary artery bypass surgery
J.Cardiovasc.Surg. 1995; 36: 1-11

9.
Berry P.D., Thomas S.D., Mahon S.P. et al. Myocardial ischaemia after coronary artery bypass grafting: early vs. late extubation
Brit.J.Anaesth. 1998; 80: 20-25

10.
Bowler I, Djaiani G, Abel R, Pugh S, Dunne J, Hall J.
A combination of intrathecal morphine and remifentanil anesthesia for fast-track cardiac anesthesia and surgery.
J Cardiothorac Vasc Anesth. 2002; 16: 709-14

11.
Butterworth J.M.D., James R., Prielipp R.C., Cerese J., Livingston J.R.N., Burnett D.A.,
Do shorter-acting neuromuscular blocking drugs or opioids associate with reduced intensive care unit or hospital lengths of stay after coronary artery bypass grafting?
Anesthesiology 1998; 88:1437

12.
Chaney M.A., Furry P.A., Fluder E.M., Slogoff S.
Intrathecal morphine for coronary artery bypass grafting and early extubation
Anesth.Analg. 1997; 84: 241-8

13.
Chedrawy E., Hall R., Nedelcu V.
Postoperativ elevation creatine kinase (CK-MB): does it contribute to diagnosis of myocardial infarction?
Can.J.Anaesth.1997; 44: 843

14.
Cheng D.C.H., Karski J., Peniston Ch., Raveendran G., Asokumar B., Carroll J., David T., Sandler A.
Early tracheal extubation after coronary artery bypass graft surgery reduces costs and improves resource use. A prospective randomized, controlled trial
Anesthesiology 1996; 85: 1300-10

15.
Cheng D.C.H., Karski J., Peniston, Ch., Asokumar B., Raveendran G., Carroll J., Nierenberg H., Roger S., Mickle D., Tong J., Zelovitsky J., David T., Sandler A.
Morbidity outcome in early versus conventional tracheal extubation after coronary artery bypass grafting:
A prospective randomized controlled trial
J.Thorac.Cardiovasc.Surg.1996; 112: 755-64

16.
Cheng D.Ch., Wong D.T., Kustra R., Karski J., Carroll-Munro J., Tibshirani R.J., Sandler A.N.
Predictors of prolonged extubation time in CABG patients undergoing early extubation anaesthesia
Can.J.Anaesth.1997; 44:

17.
Cheng DC.
Fast track cardiac surgery pathways: early extubation, process of care, and cost containment.
Anesthesiology. 1998 ; 88: 1429-33. Review.

18.
Cheng DC.
Fast-track cardiac surgery: economic implications in postoperative care.
J Cardiothorac Vasc Anesth. 1998; 12: 72-9

19.
Cheng DC.
Impact of early tracheal extubation on hospital discharge.
J Cardiothorac Vasc Anesth. 1998 ; 12: 35-40

20.
Cheng DC, Newman MF, Duke P, Wong DT, Finegan B, Howie M, Fitch J, BowdleTA, Hogue C, Hillel Z, Pierce E, Bukenya D.
The efficacy and resource utilization of remifentanil and fentanyl in fast-track coronary artery bypass graft surgery: a prospective randomized, double-blinded controlled, multi-center trial.
Anesth Analg. 2001 ; 92: 1094-102

21.
Chong J.L., Grebenik C., Sinclair M., Fisher A., Pillai R. Westaby S.
The effect of a cardiac surgical recovery area on the timing of extubation
J.Cardiothorac.Vasc.Anesth. 1993; 7:137-41

22.
Cohen, A.J., Katz M.G., ,Frenkel G. et al.
Morbid results of prolonged intubation after coronary artery bypass surgery
Chest 2000; 118: 1724-31

23.
Dehnen-Seipel H.
Early extubation after heart surgery interventions:pro
Anästhesiol.Intensivmed.Notfallmed Schmerzther.1993; 28:248-50

24.
Elia S., Liu P., Hilgenberg A., Skourtis Ch., Lappas D.
Coronary haemodynamics and myocardial metabolism during weaning from mechanical ventilation in cardiac surgical patients
Can.J.Anaesth.1991; 38 : 564-72

25.
Engelman R.M., Rousou J.A., Flack J.E., Deaton D.W., Humphrey Ch.B., Ellison L.H., Allmendinger P.D., Owen S.G., Pekow P.S.
Fast-track recovery of the coronary bypass patient
Ann.Thorac.Surg.1994; 58: 1742-1746

26.
Engoren M, Luther G, Fenn-Buderer N.
A comparison of fentanyl, sufentanil, and remifentanil for fast-track cardiac anesthesia.
Anesth Analg. 2001 ; 93: 859-64

27.
Epstein S.K., Ciubotaru R.L., Wong J.B.
Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation
Chest 1997; 112: 186-92

28.
Frank S.M., Fleisher L.A., Breslow M.J. et al
Perioperative maintenance of normothermia reduces the incidence of morbid cardiac events: a randomized clinical trial
JAMA 1997; 277: 1127-1134

29.
Glass PS.
Pharmacokinetic and pharmacodynamic principles in providing "fast-track" recovery.
J.Cardiothorac.Vasc. Anesth.1995; 9: 16-20. Review

30.
Hachenberg T., Tenling A., Nyström S.-O., Tyden H., Hedenstierna G.
Ventilation-perfusion inequality in patients undergoing cardiac surgery
Anesthesiology 1994; 80: 509-

31.
Hachenberg T., Tenling A., Hansson H.E., Tyden H., Hedenstierna G.
The ventilation-perfusion relation and gas exchange in mitral valve disease and coronary artery disease: Implications for anesthesia, extracorporal circulation and cardiac surgery
Anesthesiology 1997; 86 : 809

32.
Hamilton A., Norris C.,Wensel R.
Cost reduction in cardiac surgery
Can.J.Cardiol.1994; 10: 721-727

33.
Higgins T.L.
Pro: Early endotracheal extubation is preferable to late extubation in patients following coronary artery surgery
J.Cardiothorac.Vasc.Anesth.1992; 6 : 488-93

34.
Higgins T.L.
Safety issues regarding early extubation after coronary artery bypass surgery
J.Cardiothorac.Vasc.Anesth. 1995; 9: 24-29

35.
Higgins T.L., Estafanous F.G., Loop F.D., Beck G.J., Blum J.M., Paranandi L.
Stratification of morbidity and mortality outcome by preoperative risk factors in coronary artery bypass patients. A clinical severity score
JAMA 1992; 267:2344-2348

36.
Ho A.M., Chung D.C., Joynt G.M.
Neuraxial blockade and hematoma in cardiac surgery: Estimating the risk of a rare adverse event that has not (yet) occurred.
Chest 2000; 117: 551-555

37.
Hogue C.W., Hyder M.L.
Atrial fibrillation after cardiac operation: risks, mechanisms and treatment
Ann.Thorac.Surg.2000; 69: 300-6

38.
Howie MB, Cheng D, Newman MF, Pierce ET, Hogue C, Hillel Z, Bowdle TA, Bukenya D.
A randomized double-blinded multicenter comparison of remifentanil versus fentanyl when combined with isoflurane/propofol for early extubation in coronary artery bypass graft surgery
Anesth Analg. 2001 ; 92: 1084-93

39.
Hyninen MS, Cheng DC, Hossain I, Carroll J, Aumbhagavan SS, Yue R, Karski JM.
Non-steroidal anti-inflammatory drugs in treatment of postoperative pain after cardiac surgery.
Can J Anaesth. 2000 ; 47: 1182-7

40.
Johnson D., Thomson D., Mycyk T., Burbridge B. and Mayers I.
Respiratory outcomes with early extubation after coronary artery bypass surgery
J.Cardiothorac.Vasc.Anesth. 1997; 11: 474-80

41.
Johnson D., Kelm C., To T. et al
Physiotherapy postaortocoronary bypass surgery
Am.J.Respir.Crit.Care Med.1995; 152: 953-958

42.
Kindgen-Milles D., Buhl R., Gabriel A., Böhner H., Müller E.
Nasal continuous positive airway pressure: A method to avoid endotracheal reintubation in postoperative high-risk patients with severe nonhypercapnic oxygenation failure
Chest 2000; 117: 1106-1111

43.
Knaus W.A., Zimmerman J.E., Wagner D.P., Draper E.A., Lawrence D.E.
Apache-acute physiology and chronic health evaluation: a physiologically based classification system
Crit.Care Med. 1981; 9 : 591-597

44.
Kogan A, Eidelman LA, Raanani E, Orlov B, Shenkin O, Vidne BA.
Nausea and vomiting after fast-track cardiac anaesthesia.
Br J Anaesth. 2003a; 91: 214-7

45.
Kollef M.H., Wragge T., Pasque C.
Determinants of mortality and multiorgan dysfuncion in cardiac surgery patients requiring prolonged mechanical ventilation
Chest 1995; 107: 1395-1401

46.
Latham P, Zarate E, White PF, Bossard R, Shi C, Morse LS, Douning LK, Chi L.
Fast-track cardiac anesthesia: a comparison of remifentanil plus intrathecal morphine with sufentanil in a desflurane-based anesthetic.
J.Cardiothorac.Vasc.Anesth.2000;14: 645-51

47.
Lee J.H., Swain B., Andrey J., Murrell H.K., Geha A.S.
Fast track recovery of elderly coronary bypass surgery patients
Ann.Thorac.Surg. 1999; 68 : 437-41

48.
Lee T.W.R., Jacobsohn E.
Pro: Tracheal extubation should occur routinely in the operating room after cardiac surgery
J.Cardiothorac.Vasc. Anesth.2000; 14: 603-610

49.
London MJ, Shroyer AL, Jernigan V, Fullerton DA, Wilcox D, Baltz J, Brown JM, MaWhinney S, Hammermeister KE, Grover FL.
Fast-track cardiac surgery in a Department of Veterans Affairs patient population.
Ann Thorac Surg. 1997; 64: 134-41.

50.
London MJ, Shroyer AL, Coll JR, MaWhinney S, Fullerton DA, Hammermeister KE, Grover FL.
Early extubation following cardiac surgery in a veterans population.
Anesthesiology. 1998; 88: 1447-58.

51.
Mailsel P.D., Weintraub W.S., Becker E.R.
Predicting hospital costs for first-time coronary artery bypass grafting from preoperative and postoperative variables
Am.J.Cardiol.1994; 74: 772-775

52.
Mangano D.T., Siliciano D., Hollenberg M. et al.
Postoperative myocardial ischemia: therapeutic trials using intensive analgesia following surgery
Anesthesiology 1992; 76: 342-53

53.
Metz S.
Omission of muscle relaxants is another clinically available alternative in fast-track cardiac anesthesia
Anesth Analg. 2003 ; 97: 1545; author reply 1545-6

54.
Möllhoff T, Herregods L, Moerman A, Blake D, MacAdams C, Demeyere R, Kirno
K, Dybvik T, Shaikh S; Remifentanil Study Group.
Comparative efficacy and safety of remifentanil and fentanyl in 'fast track' coronary artery by-pass graft surgery: a randomized, double-blind study.
Br J Anaesth. 2001 ; 87: 718-26

55.
Montes FR, Sanchez SI, Giraldo JC, Rincon JD, Rincon IE, Vanegas MV,
Charris H.
The lack of benefit of tracheal extubation in the operating room after coronary artery bypass surgery.
Anesth Analg. 2000 ; 91: 776-80.

56.
Murphy GS, Szokol JW, Marymont JH, Avram MJ, Vender JS, Rosengart TK.
Impact of shorter-acting neuromuscular blocking agents on fast-track recovery of the cardiac surgical patient.
Anesthesiology. 2002 ; 96: 600-6

57.
Myles P.S., Weeks A.M., Buckland M.R., Bujor M.A., Mc Rae R., Langley M., Moloney J.T., Hunt J.O.,
Davis B.B.
Hemodynamic effects, myocardial ischemia and timing of extubation with propofol-based anesthesia for cardiac surgery.
Anesth.Analg. 1997; 84: 12-19

58.
Myles PS, Daly DJ, Djaiani G, Lee A, Cheng DC.
A systematic review of the safety and effectiveness of fast-track cardiac anesthesia.
Anesthesiology. 2003; 99: 982-7

59.
Newman M.F., Wolman R., Kanchuger M. et al.
Multicenter preoperative stroke risk index for patients undergoing coronary artery bypass graft surgery: The Multicenter Study of Perioperative Ischemia (McSPI)Research Group
Circulation 1996; 94: 1174-80 (SuppIII)

60.
Nicholson D.J., Kowalski S.E., Hamilton G.A., Meyers M.P., Serrette C. and Duke P.
Postoperative pulmonary function in coronary artery bypass graft surgery patients undergoing early tracheal extubation: A comparison between short-term mechanical ventilation and early extubation
J.Cardiothorac.Vasc.Anesth.2002; 16: 27-31

61.
Nikas DJ, Freeman JE, Luterman AR, Warnken LC, Nenstiel RD, Farrell M, Alpert MA.
Use of a national data base to assess perioperative risk, morbidity, mortality and cost savings in coronary artery bypass grafting.
South Med J. 1996 ; 89: 1074-7.

62.
Ott R.A., Gutfinger D.E., Miller M.P., Alimadadian H. and Tanner T.M.
Rapid recovery after coronary artery bypass grafting: Is the elderly patient eligible?
Ann.Thorac.Surg.1997; 63: 634-9

63.
Oxelbark S, Bengtsson L, Eggersen M, Kopp J, Pedersen J, Sanchez R.
Fast track as a routine for open heart surgery.
Eur J Cardiothorac Surg. 2001; 19: 460-3.

64.
Parr K.G., Patel M.A., Dekker R., Levin R., Glynn R., Avorn J., Morse D.S.
Multivariate predictors of blood product use in cardiac surgery
J.Cardiothorac.Vasc.Anesth.2003; 17: 176-181

65.
Parsonnet V., Dean D., Bernstein A.D.
A method of uniform stratification of risk for evaluating the results of surgery in acquired adult heart disease
Circulation. 1989; 79(Suppl I): 3-12

66.
Paulissian R., Ramez S.M., Ninos J., Braverman B., Cohen H.C., Crystal G.J. Heyman H.J.
Hemodynamic responses to endotracheal extubation after coronary artery bypass grafting
Anesth.Analg.1991; 73: 10

67.
Quasha A.L., Loeber N., Feeley T.W. et al
Postoperative respiratory care: A controlled trial of early and late extubation following coronary-artery bypass grafting
Anesthesiology 1980; 52: 135-41

68.
Reis J, Mota JC, Ponce P, Costa-Pereira A, Guerreiro M.
Early extubation does not increase complication rates after coronary artery bypass graft surgery with cardio-pulmonary bypass.
Eur J Cardiothorac Surg. 2002; 21: 1026-30

69.
Reyes A., Vega G., Blancas R., Morato B., Moreno J.-L., Torrecilla C. and Cereijo E.
Early vs. conventional extubation after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass
Chest 1997; 112: 193-201

70.
Royse CF, Royse AG, Soeding PF.
Routine immediate extubation after cardiac operation: a review of our first 100 patients.
Ann Thorac Surg. 1999 ; 68: 1326-9.

71.
Schmidt R.F., Thews G.
Physiologie des Menschen
Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo

72.
Shapiro B.A., Lichtenthal P.R.
Inhalation-based anesthetic techniques are the key to early extubation of the cardiac surgical patient
J.Cardiothorac.Vasc.Anesth.1993; 7: 135-136

73.
Shroff A., Rooke G.A., Bishop M.J.
Effects of intrathecal opioid on extubation time, analgesia, and intensive care unit stay following coronary artery bypass grafting
J.Clin.Anesth.1997; 9: 415-419

74.
Silbert BS, Santamaria JD, O'Brien JL, Blyth CM, Kelly WJ, Molnar RR.
Early extubation following coronary artery bypass surgery: a prospective randomized controlled trial.
The Fast Track Cardiac Care Team.
Chest. 1998 ; 113: 1481-8.

75.
Siliciano D.
Con: early extubation is not preferable to late extubation in patients undergoing coronary artery surgery
J.Cardiothorac.Vasc.Anesth.1992; 6: 494-8

76.
Singh N.P., Vargas F.S., Cukier A., Terra-Filho M., Teixeira L.R., Light R.W.
Arterial blood gases after coronary bypass surgery
Chest 1992; 102: 1337-1341

77.
Slogoff S., Keats A.S
Does perioperative myocardial ischemia leads to postoperative myocardial infarction?
Anesthesiology 1985; 62: 107.14

78.
Slogoff S., Keats A.S.
Randomized trial of primary anesthetic agents on outcome of coronary artery bypass operations
Anesthesiology 1989; 70: 179-188

79.
Smith R.C., Leung J.M., Mangano D.T. SPI Research Group
Postoperative myocardial ischemia in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery
Anesthesiology 1991; 74: 464-73

80.
Thomas R, Smith D, Strike P.
Prospective randomised double-blind comparative study of rocuronium and pancuronium in adult patients scheduled for elective 'fast-track' cardiac surgery involving hypothermic cardio-pulmonary bypass.
Anaesthesia. 2003; 58: 265-271

81.
Tritapepe L, Voci P, Di Giovanni C, Pizzuto F, Cuscianna E, Caretta Q, Pietropaoli P.
Alfentanil and sufentanil in fast-track anesthesia for coronary artery bypass graft surgery.
J.Cardiothorac.Vasc.Anesth.2002;16: 157-62

82.
Tuman K.J., McCarthy R.J., Spiess B.D., DaValle M., Dabir R., Ivankovich A.D.
Does choice of anesthetic agent significantly affect outcome after coronary artery surgery?
Anesthesiology 1989; 70: 189-198

83.
Tuman K.J., McCarthy R.J., March R.J., Najafi H., Ivankovich A.D.
Morbidity and duration of ICU stay after cardiac surgery: a model for preoperative risk assessment
Chest 1992; 102: 36-44

84.
Westaby S., Pillai R., Parry A., O'Regan D., Giannopoulos N., Grebenik K., Sinclair M.,Fisher A.
Does modern cardiac surgery require conventional intensive care?
Eur.J.Cardiothorac.Surg.1993; 7: 313-318

85.
Wong DT, Cheng DC, Kustra R, Tibshirani R, Karski J, Carroll-Munro J, Sandler A.
Risk factors of delayed extubation, prolonged length of stay in the intensive care unit, and mortality in patients undergoing coronary artery bypass graft with fast-track cardiac anesthesia: a new cardiac risk score
Anesthesiology. 1999 ; 91: 936-44.

86.
Zarate E, Latham P, White PF, Bossard R, Morse L, Douning LK, Shi C, Chi L.
Fast-track cardiac anesthesia: use of remifentanil combined with intrathecal morphine as an alternative to sufentanil during desflurane anesthesia.
Anesth Analg. 2000 ; 91: 283-7.

87.
ASA: **http://www.asahq.org/clinical/physicalstatus.htm 5.2**

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 3-1: DURCHGEFÜHRTE EINGRIFFE IM VERGLEICH DER GRUPPEN ... 14

ABBILDUNG 4-1: NACHBEATMUNGSDAUER DER KONTROLLGRUPPE 15

ABBILDUNG 4-2: SYSTOLISCHER UND DIASTOLISCHER BLUTDRUCK, ALLE ANGABEN MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNG 17

ABBILDUNG 4-3: HERZFREQUENZ ALLE ANGABEN MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNG 17

ABBILDUNG 4-4: ZENTRALER VENENDRUCK ALLE ANGABEN MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNG 18

ABBILDUNG 4-5: PAO2 INTRA- UND POSTOPERATIV, ANGEGEBEN SIND DIE MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNGEN 19

ABBILDUNG 4-6: PACO2 INTRA- UND POSTOPERATIV, ANGEGEBEN SIND MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNG 20

ABBILDUNG 4-7: SAUERSTOFFSÄTTIGUNG DES HÄMOGLOBINS IN (%) MITTELWERT UND STANDARDABWEICHUNG 20

ABBILDUNG 4-8: OXYGENIERUNGSINDEX NACH HORROWITZ, MITTELWERT UND STANDARDABWEICHUNG 21

ABBILDUNG 4-9: PH INTRA- UND POSTOPERATIV, MITTELWERT UND STANDARDABWEICHUNG 21

ABBILDUNG 4-10: BASENÜBERSCHUß INTRA- UND POSTOPERATIV, MITTELWERT UND STANDARDABWEICHUNG 22

ABBILDUNG 4-11: TEMPERATUR POSTOPERATIV, MITTELWERT UND STANDARDABWEICHUNG 22

ABBILDUNG 4-12: METAMIZOLGABE, POSTOPERATIV 24

ABBILDUNG 4-13: PETHIDINGABE, POSTOPERATIV 24

ABBILDUNG 4-14: PIRITRAMIDGABE, POSTOPERATIV 25

ABBILDUNG 4-15: DICLOFENACGABE, POSTOPERATIV 25

ABBILDUNG 4-16: BLUTTRANSFUSIONEN, POSTOPERATIV 26

TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 4-1: PRÄOPERATIVE PATIENTENDATEN 13

TABELLE 4-2: DATEN DES OPERATIVEN EINGRIFFS 14

TABELLE 4-3: POSTOPERATIVE PATIENTENDATEN 16

TABELLE 4-4:POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN (ANZAHL DER PATIENTEN) 18

8. LEBENSLAUF

Name :	Thomas William Demmer
Geburtsdatum :	02. April. 1974 in Gelsenkirchen
August 1980 – Juli 1984	Gemeinschaftsgrundschule Schermbeck
August 1984 – Januar 1991	Gymnasium Petrinum Dorsten Kreis Recklinghausen
Februar 1991 – Juni 1993	Steinbart Gymnasium in Duisburg Abschluß Abitur
Zivildienst:	
Juli 1993 – September 1994	Pflegehelfer am Malteser Krankenhaus St. Anna in Duisburg-Huckingen
Studium :	
ab Oktober 1994	Medizinstudium an der Uni Düsseldorf
März 1998	Physikum
März 1999	1. Staatsexamen
August 2001	2. Staatsexamen an der Universität Düsseldorf
Oktober 2001	Beginn des praktischen Jahres mit Wahlfach Anästhesiologie an der Uni Göttingen
November 2002	3. Staatsexamen an der Uni Göttingen
Dezember 2002 – Juni 2004	Arzt im Praktikum Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin , Klinikum Oldenburg
Juni 2004 – heute	Weiterbildungsassistent Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin , Klinikum Oldenburg

Oldenburg, den 01.04.2007

9. ZUSAMMENFASSUNG

In den letzten 10 Jahren hat die praktische Bedeutung der frühen trachealen Extubation nach unkomplizierten koronarchirurgischen Eingriffen zugenommen. Nachdem in verschiedenen kontrollierten klinischen Studien Sicherheit und ökonomische Vorteile der frühen Extubation (nach 1-6 h) bei ausgewählten Patienten nachgewiesen wurden, ging der Trend dahin, Anästhesietechniken und Pflegeprozesse mit dem Ziel zu optimieren, den Erholungsprozess zu beschleunigen und herzchirurgische Patienten noch im Operationssaal zu extubieren, ohne dabei die Komplikationshäufigkeit zu erhöhen.

Die vorliegende Untersuchung wurde durchgeführt, um die Sicherheit und den Erfolg der sofortigen Extubation auf dem Operationstisch nach koronarchirurgischen Eingriffen im Vergleich zur verzögerten Extubation (nach 1-18 Stunden) zu beurteilen. Es handelt sich um eine Fall-Kontroll-Studie mit matched-pairs Technik zur Gewährleistung der Strukturgleichheit. Die Stichprobe umfasst 116 Patienten. Folgende klinische Variablen wurden zwischen den Gruppen verglichen: Hämodynamik, Verabreichung von Medikamenten, kardiale, pulmonale, renale und neurologische Komplikationen, sowie Nachblutungen, Aufenthalt auf der Intensivstation und die gesamte Verweildauer im Krankenhaus.

Bei gleichen Eingangsvoraussetzungen fanden sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf die untersuchten Variablen. Die sofortige Extubation auf dem Operationstisch kann daher nach unkomplizierten koronarchirurgischen Eingriffen bei Patienten mit präoperativ leicht eingeschränkten kardiopulmonalen Funktionen sicher durchgeführt werden, ohne das Risiko für postoperative Komplikationen zu erhöhen. Obwohl die Krankenhausverweildauer nicht verkürzt werden konnte, ergeben sich ökonomische Vorteile auf Grund der nicht erforderlichen Beatmung und der damit verbundenen Kostenersparnis. Zudem können diese Patienten auch auf der weniger personalintensiven Intermediate-Care Station betreut werden. Unabdingbare Voraussetzungen für die Extubation im Operationssaal sind eine geeignete Anästhesie- und Analgesietechnik und adäquate postoperative intensivmedizinische Überwachung und Therapie.