

Aus dem Deutschen Herzzentrum Berlin
Stiftung des bürgerlichen Rechts

DISSERTATION

Prä- intra- und postoperative Parameter von Patienten, die
unmittelbar nach dem Versuch einer Herzkatheterintervention
(PTCA) einer notfallmäßigen ACVB - Operation zugeführt werden
mussten.

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Daniel Becher

aus Berlin

Gutachter/in: 1. Prof. Dr. med. Th. Krabatsch
 2. Priv.-Doz. Dr. med. H. Hausmann
 3. Priv.-Doz. Dr. med. M. Morshuis

Datum der Promotion: 08.04.2011

Inhalt

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | Einleitung | 5 |
| 1.1 | Pathophysiologie und Risikofaktoren | 6 |
| 1.2 | Diagnostik | 7 |
| 1.3 | Das akute Koronarsyndrom | 8 |
| 1.4 | Therapiemöglichkeiten der koronaren Herzkrankheit | 9 |
| 1.4.1 | Die Bypassoperation | 10 |
| 1.4.2 | Die percutane transluminale coronare Angioplastie | 13 |
| 1.5 | Bypass-Operation versus PTCA | 16 |
| 2. | Aufgabenstellung | 17 |
| 3. | Patienten und Methoden | 19 |
| 3.1 | Untersuchte Parameter | 21 |
| 3.1.1 | Basisparameter | 21 |
| 3.1.2 | Präoperative Parameter | 21 |
| 3.1.3 | Intraoperative Parameter | 23 |
| 3.1.4 | Postoperative Parameter | 23 |
| 3.2 | Datenerfassung | 24 |
| 3.3 | Kontrollgruppe 1: elektiv operierte Patienten | 25 |
| 3.4 | Kontrollgruppe 2: notfallmäßig ohne PTCA operierte Patienten | 26 |
| 3.5 | Statistik | 27 |
| 4. | Ergebnisse | 28 |
| 4.1 | Präoperative Ergebnisse | 28 |
| 4.2 | Intraoperative Ergebnisse | 43 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 4.3 | Postoperative Ergebnisse | 49 |
| 5. | Diskussion | 69 |
| 5.1 | ACVB-Operatiion nach gescheiterter PTCA | 69 |
| 5.2 | Risikoeinschätzung einer ACVB-Operation | 70 |
| 5.3 | Präoperative Parameter | 72 |
| 5.4 | Operatives Vorgehen | 78 |
| 5.5 | Postoperative Parameter | 82 |
| 5.6 | Schlussfolgerung und Ausblick | 91 |
| 6. | Zusammenfassung | 94 |
| 7. | Literaturverzeichnis | 97 |
| 8. | Abkürzungsverzeichnis | 107 |
| | Erklärung | 108 |
| | Lebenslauf | 109 |

1. Einleitung

Wie auch in anderen großen Industrienationen, ist die koronare Herzkrankheit in Deutschland die häufigste Todesursache. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes starben im Jahr 2005 rund 81.000 Menschen an den Folgen der chronisch ischämischen Herzkrankheit, die mit 9,8% der Sterbefälle die Liste der häufigsten Todesursachen anführt. [1]. Der akute Myokardinfarkt ist die häufigste Manifestation dieser Erkrankung. Somit hat die Diagnose, Therapie, Prävention und die Nachsorge der koronaren Herzkrankheit und ihrer Komplikationen eine hohe Relevanz in der täglichen Praxis.

Sowohl das Verständnis als auch die Therapieformen dieser Erkrankung, die schon in der ägyptischen Antike im Ebers Papyrus beschrieben wurde, haben sich im Laufe der Zeit grundlegend verändert. Während man in früheren Jahrhunderten den Krankheitsverlauf und seine lebensbedrohlichen Komplikationen bestenfalls symptomatisch zu behandeln suchte, ist man heute in der Lage, der Krankheit durch eine fortschrittliche Pharmakotherapie und hoch technisierte, standardisierte mechanische Interventionsverfahren wirkungsvoll zu begegnen. Ein Meilenstein stellt hier die erstmals 1967 durchgeführte Bypass – Chirurgie und das seit 1977 angewandte Verfahren der percutanen transluminalen Angioplastie dar.

Die weltweite Entwicklung der Krankheit und ihr Zusammenhang mit bestimmten Risikofaktoren wird durch die WHO im Rahmen der MONICA - Studie auch in Deutschland detailliert untersucht. Insgesamt ist die KHK-Sterblichkeit in Deutschland in den letzten Jahren rückläufig. Vergleicht man die Angaben des Statistischen Bundesamtes aus den Jahren 1990 und 2003, so zeigt sich ein Rückgang der Infarktsterblichkeit bei Männern von 127,6 auf 71,4 und bei Frauen von 48,0 auf 32,4 Infarktodesfälle pro 100.000 Einwohner. Im altersstandardisierten Durchschnitt beträgt die Zahl der Sterbefälle an einem akuten Myokardinfarkt 32 je 100.000 Einwohner insgesamt. Dieser Rückgang ist jedoch nicht gleich verteilt, mit zunehmendem Alter steigt die Wahrscheinlichkeit, an einem Infarkt zu versterben [2]. Wie in den USA durchgeführte Studien zeigen, sterben immerhin 25 bis 35% der Infarktpatienten, bevor sie medizinischer Hilfe zugeführt werden können [3], [4]. Verbessert hat sich jedoch insgesamt die Wahrscheinlichkeit, einen Infarkt zu überleben. So hat sich die Krankenhaus – Mortalität von 1990 bis '99 von 11,2 auf 9,4% verringert. Das ist vor allem auf die Möglichkeit einer effektiven Reperfusionstherapie zurückzuführen. Die Mortalitätsrate liegt bei Patienten, die eine entsprechende Reperfusionstherapie erhielten, bei 5,7% im Vergleich zu 14,8% bei Patienten, die keine entsprechende Therapie erhielten [3].

1.1 Pathophysiologie und Risikofaktoren

Die Atherosklerose ist die der KHK zugrunde liegende Systemerkrankung. Die Auffassung über die genaue Pathogenese hat sich im Lauf der letzten zehn Jahre stark gewandelt. Während man früher im wesentlichen von einer Cholesterin – Speicherkrankheit ausging, betrachtet man die Atherosklerose heute als eine multifaktoriell bedingte, systemische Entzündungsreaktion, die das gesamte Gefäßsystem des Kreislaufes mit einbezieht. Durch das Einwirken diverser Risikofaktoren (Hyperlipoproteinämie, Hypertonie, Hyperglykämie etc., s.u.) kommt es zur Zellschädigung der Intima und zur Einwanderung von Leukozyten in die Gefäßwand. Diese setzen wiederum über Zytokine eine inflammatorische Kaskade in Gang. Als Folge proliferieren die Muskelzellen der Arterien – Media sowie die extrazelluläre Matrix. Über freigesetzte Metallproteinasen werden Lipoproteine aus dem Blut gebunden und modifiziert. Durch lipidreiche Makrophagen bedingt kommt es an der entsprechenden Stelle zu Zelluntergang und Gewebsnekrose. Letztendlich folgt eine Verkalkung, die an luminaler Seite mit einer fibrinhaltigen Kappe überzogen ist. Auf diese Weise bilden sich artherosklerotische Plaques aus, die in das Gefäßlumen hineinwachsen und es einengen können. Durch das Fortbestehen der Risikofaktoren können sich im weiteren Krankheitsverlauf artherosklerotische Plaques destabilisieren und in Folge rupturieren. Diese Verletzung der Gefäßinnenwand führt zur Aktivierung der Blutgerinnung und Ausbildung eines zunächst weißen Plättchenthrombus. Dieser allein bzw. ein sich aufsetzender Gerinnungsthrombus kann zur kompletten Verlegung des Gefäßlumens führen. Auch durch Verschleppung von Zelltrümmern des rupturierten Plaques kann es zu einer Aktivierung der Blutgerinnung kommen, so dass sich, bedingt durch einen Embolus, auch distal des rupturierten Plaques Gefäßverschlüsse ausbilden können [5].

Die Koronare Herzerkrankung ist die Manifestation der Atherosklerose an den Herzkranzarterien [6], unter dem oben beschriebenen Pathomechanismus. In den Leitlinien zur KHK der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie werden die zur Progredienz dieser Erkrankung führenden Risikofaktoren folgendermaßen klassifiziert:

- Risikofaktoren, deren Korrektur die Prognose nachweislich günstig beeinflusst:
Nikotinkonsum, erhöhtes LDL-Cholesterin, fettreiche Kost, arterielle Hypertonie, thrombogene Faktoren
- Risikofaktoren, deren Korrektur die Prognose wahrscheinlich günstig beeinflusst:
Körperliche Inaktivität, niedriges HDL-Cholesterin, Diabetes mellitus, erhöhte Triglyceride, Übergewicht, Menopause, Stress und psychosoziale Faktoren

- Risikofaktoren, deren Beachtung und Korrektur die Prognose möglicherweise günstig beeinflusst, wozu der Nachweis aber noch aussteht: Lipoprotein (a), Homocystein, oxydativer Stress, Alkoholkarenz, erhöhte Entzündungsparameter wie CRP oder Fibrinogen, chronische Chlamydien- oder Helicobacter pylori Infektionen.
- Nicht beeinflussbare Risikofaktoren: Alter, männliches Geschlecht, Familienanamnese mit frühzeitiger Manifestation einer koronaren Herzkrankheit, niedriger sozioökonomischer Status. [7]

Im frühen Stadium der KHK sind meistens noch keine klinischen Symptome bemerkbar, obwohl die Koronargefäße schon signifikant eingeengt sein können. Im fortgeschrittenen Stadium entsteht ein Missverhältnis zwischen Sauerstoffbedarf und Sauerstoffangebot im Herzmuskel, das zum für diese Erkrankung charakteristischen Schmerzsymptom der Angina pectoris führt [6]. Oft tödlich verlaufende Komplikationen der KHK sind Myokardinfarkt, Herzrhythmusstörungen und Herzinsuffizienz. Der Infarkt ist die Folge eines plötzlichen Totalverschlusses eines Gefäßes und der daraus resultierenden Sauerstoff-Minderversorgung und später der Ausbildung einer Gewebnekrose mit narbigem Umbau (Remodeling) der Infarktregion.

1.2 Diagnostik

Bei Verdacht auf KHK können folgende Untersuchungen durchgeführt werden:

- Ruhe – EKG
- Belastungs – EKG / Ergometrie
- Langzeit - EKG
- Echokardiographie
- Stressechokardiographie

Bestätigt sich in einer dieser Untersuchungen der Verdacht auf das Vorliegen einer KHK, kann eines der folgenden bildgebenden Verfahren zur Anwendung kommen, um die Diagnose zu sichern:

- Diagnostische Herzkatheteruntersuchung
- Kardio-MRT
- Kardio-CT
- Myokardszintigraphie

Bei der Klassifizierung des Schweregrades der KHK richtet man sich nach der Anzahl der betroffenen drei großen herzversorgenden Arterien: LAD (Ramus interventricularis anterior bzw. RIVA), RCX (Ramus circumflexus) und RCA (rechte Kranzarterie).

Des Weiteren ist der Schweregrad und die Häufigkeit der Stenosen in dem jeweils betroffenen Gefäß ausschlaggebend. Je nachdem wie viele dieser Gefäße betroffen sind, spricht man von einer Ein-, Zwei-, oder Dreigefäß – Erkrankung. Ist die etwa einen Zentimeter große linke Koronararterie betroffen, spricht man von dem Vorliegen einer Hauptstammstenose.

1.3 Das akute Koronarsyndrom

Der Begriff des akuten Koronarsyndroms umfasst alle Phasen der koronaren Herzerkrankung, die unmittelbar lebensbedrohlich sind [8]. Es ist die häufigste Manifestation der KHK. Den Verlauf des akuten Koronarsyndroms kann man in folgende drei Entitäten aufteilen [9]

- Instabile Angina pectoris ohne Troponinanstieg,
- Instabile Angina pectoris mit Troponinanstieg ohne ST – Strecken – Elevation im EKG bzw. Nicht-ST-Strecken-Hebungsinfarkt (NSTEMI)
- Instabile Angina pectoris mit Troponinanstieg und ST – Strecken – Elevation, also ST – Strecken-Hebungsinfarkt (STEMI)

Der Begriff Angina pectoris wurde erstmalig 1772 von dem Londoner Arzt William Heberden verwendet, um das durch die Ischämie bedingte Engegefühl in der Brust zu beschreiben [10]. Leitsymptom der KHK und insbesondere des akuten Koronarsyndroms ist der plötzlich einsetzende Brustschmerz. Es ist jedoch zu beachten, dass in der unselektierten Patientenklientel der ambulanten Praxis lediglich 20% der Patienten mit thorakalen Beschwerden letztlich auch eine KHK haben. Der Brustschmerz allein weist also eine geringe Spezifität auf [6]. Das akutmedizinische Vorgehen wird von der deutschen Gesellschaft für Kardiologie in den Leitlinien zum akuten Koronarsyndrom zusammengefasst. Als instabil bezeichnet man eine Angina dann, wenn Ruhebeschwerden von mehr als 20 Minuten bestehen. Charakteristisch ist die Besserung der Beschwerden nach der Gabe von antiischämischen, vorlastsenkenden Medikamenten wie Nitraten innerhalb von 5 Minuten [8]. Die Schmerzwahrnehmung variiert vom leichten Engegefühl bis hin zum Vernichtungsschmerz mit Todesangst. Bei älteren Patienten und insbesondere bei Diabetikern kann die Schmerzsymptomatik auch komplett fehlen. Das akute Koronarsyndrom kann von weiteren, unspezifischen, vegetativen Symptomen begleitet sein, wie Schwindel, Schwitzen, Übelkeit, Erbrechen oder Durchfall. Zur Sicherung der

Diagnose steht das 12-Kanal - EKG und als sensitivster biochemischer Marker die Bestimmung von Troponin T oder I zur Verfügung. Den höchsten Stellenwert in der Infarkt Diagnostik haben die Troponine. Erhöhte Werte finden sich frühestens 3-4 Stunden nach dem Infarkt ereignis. EKG – Veränderungen sind dann beweisend für einen Infarkt, wenn sich ST-Streckenhebungen von $>0,1$ mV in zwei zusammenhängenden Extremitätenableitungen oder von $>0,2$ mV in zwei zusammenhängenden Brustwandableitungen darstellen, bzw. wenn ein Linksschenkelblock mit infarkttypischer Symptomatik neu auftritt. Als Akuttherapie wird folgendes Vorgehen empfohlen: Gabe von sublingualen Nitraten, Betarezeptorenblocker zur Verminderung der myokardialen Sauerstoffausschöpfung, eine antithrombotische Therapie mit ASS zur Hemmung der Thrombozytenaggregation und zusätzlich Heparin in fraktionierter oder unfraktionierter Form. Kontrovers diskutiert wird der Einsatz und Nutzen einer fibrinolytischen Therapie, z.B. mit Streptokinase. Bei entsprechender Schmerzsymptomatik ist die Gabe hochdosierter Morphine obligat. In jedem Fall ist die stationäre Aufnahme des Patienten auf die Intensivstation indiziert. Durch die Methode der invasiven diagnostischen Herzkatheteruntersuchung ist es möglich, die Diagnose zu sichern und das Bestehen signifikanter Koronarstenosen darzustellen. Es bietet sich dann gleichzeitig die Therapiemöglichkeit der Ballondilatation bzw. Stentimplantation (Angioplastie) über den Herzkatheter zur Beseitigung der Stenose. Studien zufolge [11] bietet das invasive Vorgehen bei instabiler Angina Vorteile hinsichtlich der Infarkt mortalität gegenüber dem abwartenden, zunächst konservativen Vorgehen ohne Angioplastie bei Patienten mit STEMI und bei Risikopatienten mit NSTEMI. Ist eine Katheterintervention nicht möglich oder liegen Kontraindikationen vor, besteht die Option zur akuten Bypasschirurgie. Diese hat jedoch beim Patienten mit STEMI, u. a. bedingt durch die Zeitverzögerung bis zum OP-Beginn und hämodynamische Instabilität des Patienten, verglichen zur PTCA eine relativ hohe Komplikationsrate [8], [12].

1.4 Therapiemöglichkeiten der koronaren Herzkrankheit

Alle nicht interventionspflichtigen Formen der KHK werden in der Regel pharmakologisch konservativ behandelt. Hierzu werden Therapierichtlinien in der „nationalen Versorgungsleitlinie chronische KHK“ empfohlen. Diese reichen von der Minimierung der Risikofaktoren bis hin zur Behandlung bereits existierender Komplikationen der KHK wie Herzinsuffizienz.

- Betablocker: Senkung der myokardialen O_2 – Ausschöpfung; ein positiver Effekt auf das Langzeitüberleben ist nachgewiesen.

- Ca – Antagonisten wie Verapamil können als Therapeutika der 2. Wahl die Mortalität senken. Kurz wirksame Präparate haben keinen Einfluss auf das Überleben und können sogar nachteilige Effekte haben [12].
- Thrombozytenaggregationshemmer wie ASS reduzieren das Infarktisiko und die Mortalität
- HMG CoA Reduktasehemmer (Statine) sind das Mittel der Wahl bei Hyperlipidämie. Ein LDL-Wert unter 100mg/dl reduziert das Infarkt und Schlaganfallrisiko
- ACE-Hemmer senken vor allem bei Linksherzinsuffizienz Morbidität und Mortalität.

Die Bypass – Operation als chirurgisch-operatives Verfahren und die percutane transluminale coronare Angioplastie als interventionell – kardiologisches Vorgehen stellen heute die wichtigsten Therapieformen der KHK dar, wenn die pharmakologische Therapie nicht mehr ausreicht. Das ist üblicherweise dann der Fall, wenn eine signifikante Stenose von mehr als 70%, oder wenn eine Hauptstammstenose von mehr als 50% vorliegt. Wenn entsprechende Symptome wie Angina pectoris - Beschwerden bestehen, kann jedoch auch bei geringeren Stenosen eine Intervention erfolgen. Des Weiteren gibt es ältere, z. T. verlassene Verfahren wie z. B. die Rotationsangioplastie, oder Atherektomie, sowie neue Methoden wie die transmyokardiale Laserrevaskularisation, die aber nicht in großem Rahmen Anwendung findet und nur speziellen Formen der KHK vorbehalten ist.

1.4.1 Die Bypass - Operation

Die aortokoronare Bypassoperation zählt heutzutage zu den am häufigsten durchgeführten Routineoperationen der westlichen Welt [13]. Sie liefert anerkanntermaßen sehr gute Langzeitergebnisse und ist mit einer geringen perioperativen Mortalität verbunden. Die ersten routinemäßigen ACVB – Operationen führte Rene G. Favaloro 1967 in Cleveland, USA durch. Er operierte zunächst 15 Patienten mit einer hochgradigen RCA – Stenose und versorgte sie mit einem V. saphena – Bypass. Schon damals erzielte Favaloro ein gutes Ergebnis, denn alle Grafts funktionierten einwandfrei und die ersten Operationen verliefen ohne schwere Komplikationen [14]. Heute gibt es verschiedene Verfahren zur Durchführung einer ACVB – Operation. Im Folgenden wird eine Möglichkeit kurz beispielhaft beschrieben.

Der Zugang zum Operationsgebiet erfolgt durch eine mediane Sterniotomie. Nach sorgfältiger Blutstillung wird das Pericard freipräpariert und Y-förmig eröffnet. Die (linke) A. mammaria

(Syn. A.thoracica interna), die in der Regel den Bypass der ersten Wahl darstellt, wird sorgfältig freipräpariert und samt Gefäßbett mobilisiert. Wird noch mehr Graftmaterial benötigt, wird zeitgleich am Unterschenkel die V.saphena magna herauspräpariert. Um ungehindert am stillstehenden Herzen und an der Aortenwurzel operieren zu können, wird der Patient im Sinne eines cardiopulmonalen Bypasses an eine Herzlungenmaschine (HLM) angeschlossen. Hierzu wird der rechte Vorhof sowie die Aorta ascendens mit einer Kanüle versehen. Das Blut läuft nun aus dem rechten Vorhof unter Umgehung von Herz und Lunge, durch die Herzlungenmaschine, wo es mit Sauerstoff angereichert und schließlich über einen arteriellen Schenkel in die Aorta geführt wird. Üblicherweise wird dieser Vorgang in Normothermie (ca. 37°C) durchgeführt. Für die extrakorporale Zirkulation ist eine Heparinisierung des Blutes auf eine PTT des vielfachen Normwertes erforderlich, da es, bedingt durch die Kunststoffoberfläche der Herz – Lungenmaschine, zu lebensgefährlicher Thrombemboliebildung kommen würde. Es wird jetzt die Aorta ascendens distal der Kanülierung abgeklemmt und das Herz durch die K⁺ reiche Blutkardioplegie nach Calafiore zum Stillstand gebracht. Nun kann am blutleeren, stehenden und für eine gewisse Zeit vor Hypoxie geschützten Herzen operiert werden.

Zunächst werden die entnommenen Teile der V.saphena unterhalb der jeweiligen Koronarstenosen in der End – zu – Seit – Technik auf die betroffenen Koronaräste genäht. In der Regel erhält jeder betroffene Ast eine eigene Venenbrücke. Alternativ, z. B. bei mehreren Verschlüssen hintereinander, gibt es die Möglichkeit von sequentiellen Bypassen, die als „jump graft“ in Seit-zu-Seit Technik anastomosiert werden. Danach erfolgt die Anastomosierung der A.mammaria (auch LIMA) bevorzugt auf den RIVA, ebenfalls unterhalb der betreffenden Koronarstenose. Bevorzugt wird die LIMA auf den RIVA anastomosiert. Prinzipiell kann sie, wenn anatomisch möglich, auf jeden anderen Koronarast anastomosiert werden. Hiernach wird das Herz langsam wieder mit Blut gefüllt und die Aorta ascendens wieder freigegeben, wobei ein kleiner, tangentialer Abschnitt abgeklemmt bleibt. An dieser Stelle werden die oberen Venenenden der V.saphena anastomosiert. Es bestehen nun zwei Arten von Grafts: Ein arterieller, von der A.mammaria auf den RIVA verlaufender, sowie ein oder mehrere venöse, von der Aorta ascendens auf die anderen Koronararterien bzw. ihre Äste verlaufende. Nach der Füllung und Wiederdurchblutung des Herzens fängt dieses in der Regel selbstständig an zu schlagen. Ist dies der Fall, wird nun die extrakorporale Zirkulation über die HLM beendet. Durch die Gabe von Protamin wird die Heparinwirkung antagonisiert, so dass nach sorgfältiger Blutstillung das Operationsgebiet nach und nach verschlossen wird.

Es ist auch möglich, eine Bypassoperation ohne HLM am schlagenden Herzen im OPCAB - Verfahren durchzuführen.

Neben der A.mammaria und der V.saphena magna ist es möglich, weitere Gefäße wie die A.gastroepiploica oder die aus dem Unterarm entnommene A.radialis als Graftmaterial zu verwenden. Wenn sie nicht verkalkt oder vom Lumen her zu klein ist, stellt die A.mammaria den Bypass der ersten Wahl dar, da sie hinsichtlich der Haltbarkeit die besten Langzeitergebnisse liefert. Insbesondere auf das Langzeitüberleben nach Bypass - OP wirkt sich ein IMA Graft positiv aus. So beträgt das mediane Überleben für Patienten mit IMA Bypass über 10 Jahre 94%, für Patienten ohne hingegen nur 88% [15]. Besonders im Vergleich zu venösen Grafts ist die Restenosierrate von IMA Grafts sehr gering. In einem Zeitraum von 7-10 Jahren sind noch 85 bis 95% der Gefäße offen [16]. Auch für die Verwendung der A.gastroepiploica liegen gute Ergebnisse vor [17]. A.radialis Bypässe weisen jedoch eine weit höhere Restenosierrate sowohl als IMA-, sowie auch als Saphena - Grafts auf [18]. Die zahlenmäßig wohl am häufigsten verwendeten Bypass - Gefäße sind die venösen Saphena magna Grafts. Doch auch hier sind nach 10-12 Jahren nur noch ca. 60% aller Grafts durchgängig [19]. Es gibt Hinweise darauf, dass die Atherosklerose nach einer Bypass OP insgesamt, auch in nicht operierten Gefäßen schneller fortschreitet. Daher sollte die Indikation zur OP sorgfältig erwogen und erst dann gestellt werden, wenn signifikante Stenosen bzw. entsprechende Beschwerden bestehen[20].

Insgesamt betrachtet ist die Komplikations- – und Mortalitätsrate in der Bypass – Chirurgie sehr gering. Dennoch gibt es mögliche Komplikationen [21]:

- Perioperativer Infarkt
- Apoplex: durch Thrombembolie trotz Antikoagulation; beim Abklemmen einer verkalkten Aorta können atherosklerotische Plaques rupturieren
- Pericardtamponade durch Nachblutung bzw. Anastomoseninsuffizienz
- Herzrhythmusstörungen wie z.B. Vorhofflimmern; oft Spontanremission; passager kann ein Schrittmacher erforderlich sein, z. B. wegen Bradykardie
- Wundinfektionen (z.B. Pericarditis oder Mediastinitis)
- Instabiles Sternum: Ausbildung einer Pseudoarthrose

Die Mortalitätsrate liegt bei einer routinemäßig durchgeführten Operation um ein Prozent. Zu den Faktoren, die das Risiko erhöhen, gehört z.B. eine geringe LVEF. Bei elektiv operierten Patienten mit guter EF liegt die Mortalität bei 1,2% im Vergleich zu Patienten mit einer EF von <30, wo sie bei Werten von 1,8% [22] bis 2,6% liegt [23]. Kommen weitere Risikofaktoren hinzu, erhöht sich die Mortalitätsrate immens. Bei Patienten im kardiogenen Schock liegt sie bei 30%, bei vorangegangener Reanimation sogar bei 43%. Das Langzeitüberleben über 10 Jahre liegt in diesem Fall bei nur 47% [13]. Bei Patienten mit einem akuten Myokardinfarkt, die

unmittelbar bypassoperiert werden, liegt die 30 – Tage Krankenhausmortalität bei 3,8%. Betrachtet man diese Zahlen, so liegt die Annahme nahe, dass eine Bypass OP umso sicherer ist, je elektiver sie durchgeführt wird. Zögert man die Operation nach infarkt um 1-4 Wochen hinaus, wird die Komplikationsrate verringert und das klinische Outcome wesentlich verbessert [24].

1.4.2 Die perkutane transluminale coronare Angioplastie

Während noch vor 15 Jahren die chirurgische Revaskularisation die einzige effektive invasive Therapiemöglichkeit der koronaren Herzkrankheit darstellte, ist heute die Methode der perkutanen transluminalen coronaren Angioplastie (PTCA) fest als Behandlungsmethode der koronaren Herzerkrankung etabliert. Die koronare Angioplastie beruht auf dem Verfahren der invasiven Herzkatheter – Diagnostik. Hierbei wird entweder die Leistenarterie oder die A.radialis punktiert (Seldinger - Technik) und über eine Kanüle ein Führungsdraht über die Aorta bis zu den Koronarostien hin vorgeschoben. Nun können, nach der Injektion von Kontrastmittel und unter Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen, die Koronargefäße mit eventuellen Stenosen dargestellt werden. Dieses Verfahren stellt heutzutage den Goldstandard der Diagnose der koronaren Herzerkrankung dar [8]. Die erste Herzkatheteruntersuchung führte Werner Forssmann im Jahr 1929 im Selbstversuch durch, wobei es ihm gelang, die eigenen Herzhöhlen darzustellen. Die erste selektive Koronarangiographie führte hingegen Mason Sones in der Cleveland Clinic, USA durch [25].

Im Jahr 1977 gelangen dem schweizer Radiologen Andreas Grüntzig die ersten erfolgreichen Koronarinterventionen. Innerhalb von zwei Jahren behandelte er 50 Patienten, die größtenteils eine 1 – Gefäß KHK hatten. Ein Großteil von ihnen konnte erfolgreich revaskularisiert werden [26]. Grüntzig modifizierte hierzu die 1964 von Dotter und Judkins entwickelte Technik zur Dilatation der atherosklerotisch verengten A.femoralis [27] so, dass er die Koronararterien erreichen konnte. Über die A.brachialis oder über die A.femoralis führte er einen doppelumigen, mit Ballon versehenen Dilatationskatheter über die Koronarostien hinaus bis hin zur stenosierte Stelle ein. Hier entfaltete er den mit Kontrastmittel gefüllten Ballon mit einem Druck von 4-5 Bar für wenige Sekunden. Auf diese Weise gelang es ihm, einen Großteil der Koronarstenosen zu beseitigen. Die PTCA wurde damals nur in Bereitschaft zur sofortigen Notfall – Bypass – Operation durchgeführt. Dies war damals bei fünf von den fünfzig Patienten der Fall [26]. Dieses zunächst noch durch technische und anatomische Faktoren limitierte Verfahren kam zunächst

nur für eine geringe Anzahl von Patienten in Frage. Auf Grund des relativ steifen und großlumigen Ballonkatheters war es zunächst nur möglich, proximale Abschnitte der großen Koronararterien zu erreichen [28]. Auch war dieser Eingriff auf die Therapie der Eingefäßerkrankung beschränkt. Mittlerweile ist die Technik so weit entwickelt, dass nahezu jeder Koronarabschnitt erreichbar ist und auch zunehmend die Mehrgefäß – KHK interventionell therapiert wird.

Die durch eine reine Ballondilatation behandelten Gefäße wiesen jedoch eine relativ hohe Restenoserate auf. In den Anfangsjahren lag die Erfolgsrate einer primären Herzkatheterintervention bei ca. 60-70% [29], [30], [31]. Innerhalb von kurzer Zeit mussten sich ein Großteil der Patienten erneut einer Intervention (PTCA oder ACVB) stellen [32]. Die Restenoserate lag über einen Zeitraum von einem halben Jahr zwischen 30-50% [33], [34]. Die Langzeitergebnisse einer PTCA sind im Einzelfall schwer vorhersehbar und von vielen Faktoren abhängig wie Alter, Geschlecht, der Schwere des klinischen Krankheitsbildes, der Stenose und der Röntgenanatomie des betroffenen Gefäßes. Vor allem Diabetes mellitus führt zu einer deutlichen Zunahme der Restenoserate [35].

Durch die Einführung der Stenttechnologie wurde die Erfolgsrate der PTCA wesentlich erhöht. Das Wort Stent geht auf den englischen Arzt Charles T. Stent zurück, der Stützvorrichtungen zur Befestigung von gelockerten Zähnen entwickelte. Die erste Verwendung des Begriffs in Verbindung mit Gefäßimplantaten geht auf Charles Dotter zurück, der 1983 erste Erfahrungen über percutan implantierbare Endoprothesen beschreibt [25]. Ein Stent ist eine biegsame Metallspirale, die über den Herzkatheter in den stenosierten Koronarast implantiert wird, sich hier der Gefäßwand anlegt und so den mechanischen Rückstellkräften entgegenwirkt. Eine der ersten koronaren Stentimplantationen erfolgte 1986 durch Hervé Rousseau und Jaques Puel in Toulouse [36]. Zunächst war diese Technik durch zuweilen schwere Komplikationen wie subakuten Infarkten und plötzlichen thrombotischen Verschlüssen limitiert. Heutzutage ist die Stentimplantation eine weit etablierte, routinemäßige Therapiemöglichkeit der KHK mit geringer Komplikationsrate (Letalitätsrate 0 - 0,5%) [37], [9], [38]. Mit ihr gelang es, die Restenoserate nach Ballondilatation weiter zu reduzieren und das Langzeitüberleben der Patienten entschieden zu verbessern [39].

Eine weitere, Ende der 90er Jahre entwickelte und von einer großen Euphorie begleitete Neuerung stellen die medikamentenbeschichteten Stents (Drug Eluting Stents, DES) dar. Bei den herkömmlichen reinen Metall – Stents (BMS) bestand durch Proliferation der Gefäß – Intima eine Tendenz zur Restenose, die eine erneute PTCA oder Bypass – OP erforderlich machte. Durch eine Beschichtung der Stents mit einem Zytostatikum wie Sirolimus oder Paclitaxel wird

die Zellproliferation gehemmt. Damit bestand die Hoffnung, das Problem der Restenosierung endgültig beherrschen zu können. Zuweilen sind jedoch, Berichten der amerikanischen Food and Drug Administration (FDA) zufolge, Überempfindlichkeitsreaktionen auf beschichtete Stents möglich. Dazu zählen unter anderem Hautausschlag, Jucken, Luftnot und Fieber. Über mögliche Ursachen wird kontrovers diskutiert und diese teils auf die Beschichtung, teils auf das Stentmaterial zurückgeführt. [40]. Für Unruhe sorgten unlängst zunehmend Berichte über zahlreiche akute, aber auch verzögert auftretende Thrombosierungen (akute und späte Stent – Thrombose) der DES, die mittlerweile ca. 80% aller verwendeten Stents ausmachen [41]. In der Literatur wurde auch zeitweilig diskutiert, ob sich beschichtete Stents aus diesem Grund negativ auf das Überleben der Patienten auswirken können [42], [43]. Die amerikanische FDA veranlasste daraufhin groß angelegte Studien, um zu klären, ob diese Stents ein Sicherheitsrisiko darstellen. In der neueren Literatur werden diese Befürchtungen wieder relativiert. Beschichtete Stents sind demnach genau so sicher wie unbeschichtete, senken zwar den Revaskularisationsbedarf, haben aber keinen Einfluss auf das Langzeitüberleben. Allerdings besteht, auch auf längere Sicht, eine geringe Tendenz zur Stent – Thrombose [44], [45]. Zur Vermeidung dieser Komplikation ist eine Therapie mit Clopidogrel von bis zu 12 Monaten erforderlich [46]. Vor allem auf Grund der immensen Therapiekosten gehen einige Kliniken wieder vermehrt zur Verwendung von BMS über. Anwendung finden die DES unter anderem zur Therapie der Stent-Stenose [47].

Problematisch an den DES ist insbesondere die langfristig erforderliche Thrombozytenaggregationshemmung. Stehen dringliche größere Operationen (Tumor etc.) an, muss diese Medikation auf Grund des perioperativen Blutungsrisikos gegebenenfalls abgesetzt werden. Eine Folge dessen ist dann häufig eine Stent-Thrombose.

Trotz der fortschrittlichen Technologie und der mittlerweile großen Erfahrung treten zuweilen schwere Komplikationen auf, die zum Teil einen notfallmäßigen chirurgischen Eingriff erforderlich machen können:

- Dissektion (Loslösung der Gefäß – Intima mit nachfolgendem Gefäßverschluss)
- Perforation (Einblutung bis hin zur Pericard – Tamponade möglich) [48]
- Akute oder späte Stentthrombose [49], [50]
- Abriss des Katheter – Führungsdrahtes [51]
- Akute Pleuropericarditis [52]
- Koronares Aneurysma durch DES bzw. BMS [53], [54]
- Stent – Infektion [55]

1.5 Bypass – Operation versus PTCA

Während die Indikationen zum Stenten zunehmend ausgeweitet werden, sind in den letzten Jahren die Fallzahlen der in herzchirurgischen Kliniken durchgeführten Bypass – Operationen stetig gesunken.

Im direkten Vergleich der Langzeitergebnisse beider Verfahren erweist sich die Bypass-Operation der PTCA hinsichtlich Langzeit - Mortalität und Restenosierungsrate immer noch als überlegen. Die Anzahl der Patienten, die mit einem Stent versorgt wurden und innerhalb von drei Jahren einen erneuten Eingriff benötigen, ist signifikant höher als bei Patienten, die einen Bypass erhielten [56]. Als Notfallintervention beim akuten Koronarsyndrom ist hingegen die Herzkatheter – Intervention das Verfahren mit einem statistisch gutem Ergebnis, das von der Europäischen Gesellschaft für Kardiologie als primäres Vorgehen empfohlen wird, wenn ein erfahrenes Team zeitnah zur Verfügung steht[3], [57]. Stellt sich nun bei einem Patienten mit KHK die Frage nach einem elektiven Eingriff, so richtet sich die Wahl des Verfahrens nach der in Deutschland gültigen nationalen Versorgungsrichtlinie. Hier wird empfohlen, Patienten mit einer Dreifäß – KHK bzw. mit einer signifikanten Hauptstammstenose von mehr als 50% operativ mit einem Bypass zu versorgen. Gerade bei dieser Patientengruppe ist die Bypass – Chirurgie der PTCA überlegen und liefert die besseren Langzeitergebnisse [58], [59], [60]. Auch sehr kranke Patienten mit geringer LVEF profitieren eindeutig von einem Bypass [61].

Trotzdem gehen in der Praxis immer mehr Kardiologen dazu über, auch Patienten mit einer Mehrgefäß - KHK mit einer PTCA zu therapieren, zumal Erfahrung und Technik auch die Behandlung komplizierter Koronarstenosen erlauben. Die besten Ergebnisse liefert die PTCA jedoch bei Patienten mit Eingefäß – KHK, insbesondere bei einer Beteiligung des RIVA. Allerdings werden zunehmend Studien veröffentlicht, die auch ein gutes Outcome bei einer Mehrgefäßkrankung beschreiben [62].

Bedingt durch den Erfolg der PTCA in den letzten zehn Jahren hat sich die Patientenkiel der Herzchirurgie vor allem hinsichtlich der Risikofaktoren wie zunehmend hohes Alter und Ausprägungsgrad der KHK geändert.

Die Patienten, die sich letztlich zur operativen Revaskularisation in der Herzchirurgischen Klinik vorstellen, nehmen fast obligatorisch den Weg über eine kardiologische Praxis. Hier wird in der Regel mittels diagnostischer Herzkatheteruntersuchung die Indikation zur Bypass – Operation gestellt und nicht selten wird zeitgleich der Versuch einer PTCA unternommen.

2. Aufgabenstellung

Prä- intra- und postoperative Parameter von Patienten, die unmittelbar nach dem Versuch einer Herzkatheterintervention (PTCA) einer notfallmäßigen ACVB - Operation zugeführt werden mussten.

Noch vor fünfzehn Jahren stellte die chirurgische Revaskularisation die einzige effektive invasive Therapiemöglichkeit der koronaren Herzkrankheit dar. Die erstmalig 1977 angewandte Methode der perkutanen transluminalen coronaren Angioplastie (PTCA) ist mittlerweile fest als Behandlungsmethode der koronaren Herzerkrankung etabliert. Während sie anfangs nur für sehr wenige Patienten in Frage kam, wurde mit Zunahme an Erfahrung und durch Weiterentwicklung der Technik die Indikation stark ausgeweitet. Dem entsprechend hat sich auch die Patientenklientel verändert, die letztendlich einer chirurgischen Revaskularisation zugeführt wird. Während die Gesamtanzahl der rein koronarchirurgischen Patienten in den letzten Jahren stetig gesunken ist, besteht hingegen zunehmend die Notwendigkeit, Patienten nach erfolgloser PTCA notfallmäßig mit einem aortokoronaren Bypass zu versorgen.

Die elektiv durchgeführte ACVB - Operation hat anerkanntermaßen ein sehr gutes Outcome und liefert gute Langzeitergebnisse. Wird diese Operation jedoch notfallmäßig am hämodynamisch instabilen Patienten durchgeführt, muss von einem weitaus ungünstigeren Ergebnis ausgegangen werden. Eine im Voraus durchgeführte PTCA liefert, insbesondere wenn bestimmte Komplikationen aufgetreten sind, weitere Faktoren, die den Patienten im besonderen Maße zu einem koronarchirurgischen Notfall machen können. Diese Fälle unterscheiden sich daher grundsätzlich von einer Routine-Bypass-Operation. Des Weiteren stellt sich die Frage, in wie weit sich Patienten nach einer PTCA – Komplikation von solchen Patienten unterscheiden, die aus einem anderen Grund notfallmäßig einer ACVB – OP zugeführt werden müssen.

Ziel dieser Arbeit ist es festzustellen, in wie weit eine im Vorfeld durchgeführte erfolgreiche PTCA das Operationsergebnis von aortokoronaren Bypassoperationen beeinflusst. Es wird untersucht, wie sich der

- präoperative Status hinsichtlich hämodynamischer Stabilität, Mortalität und Morbidität (etc.),
- das intraoperative Procedere hinsichtlich OP Vorgehen, Art und Dauer der Revaskularisation,

- sowie der postoperative Verlauf hinsichtlich Komplikationen, Morbidität und Mortalität (etc.)

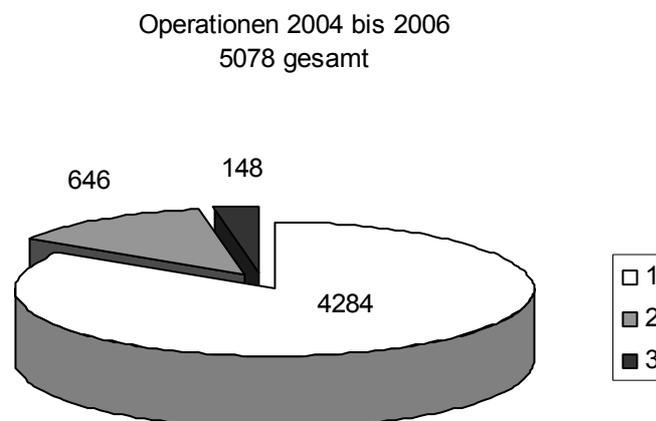
darstellt. Um bestimmen zu können, in wie weit die jeweiligen Parameter mit der erfolglosen PTCA im Zusammenhang stehen, wird diese Patientengruppe zum einen mit einer elektiv bypass-operierten Gruppe und zum anderen mit einer ebenfalls notfallmäßig operierten Patientengruppe ohne PTCA im Vorfeld hinsichtlich der gleichen Parameter verglichen.

3. Patienten und Methoden

Im Deutschen Herzzentrum Berlin (DHZB) wurden im Zeitraum vom 1. Januar 2004 bis zum 31. Dezember 2006 insgesamt 5078 Patienten bypassoperiert. Mit einbezogen in diese Zahl sind Patienten, die neben dem Bypass in gleicher Sitzung mit einem Herzklappenersatz versorgt wurden. Die zur Operation anstehenden Fälle werden vom diensthabenden Herzchirurgen im DHZB evaluiert und in die Kategorie „Elektiv“, „Dringlich“ oder „Notfall“ eingestuft. Die Verteilung der Operationen über den gesamten Zeitraum bzw. über die einzelnen Jahre stellt sich folgendermaßen dar:

| Jahr | OP gesamt | OP elektiv / dringlich | Notfälle gesamt |
|---------------|-------------|------------------------|-----------------|
| 2004 | 1870 | 1568 | 302 |
| 2005 | 1687 | 1419 | 268 |
| 2006 | 1521 | 1297 | 224 |
| gesamt | 5078 | 4284 | 794 |

Für diese retrospektiv angelegte Studie wurden alle Patienten ausgewählt, die nach einer erfolglosen Herzkatheterintervention (PTCA) notfallmäßig bypassoperiert werden mussten. In dem Zeitraum von 2004 bis 2006 war das bei 148 von insgesamt 794 notfallmäßig operierten Patienten der Fall. Eine Anzahl von 646 Patienten wurde demnach notfallmäßig operiert, ohne dass im Vorfeld der Versuch einer PTCA unternommen wurde. Bei einer Anzahl von insgesamt 4284 Patienten wurde der Eingriff hingegen elektiv oder dringlich vorgenommen.



1 Fälle elektiv und dringlich; 2 Notfall ohne PTCA; 3 Notfall nach PTCA

Die Verteilung über die einzelnen Jahre der Patienten mit bzw. ohne PTCA im Vorfeld einer Notfalloperation stellt sich folgendermaßen dar:

| Jahr | Notfall OP ohne PTCA | Notfall OP nach PTCA |
|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 2004 | 250 | 52 |
| 2005 | 225 | 43 |
| 2006 | 171 | 53 |
| gesamt | 646 | 148 |

In dieser Studie wird dann von einer durchgeführten PTCA ausgegangen, wenn der behandelnde Kardiologe die Koronarostien mit dem Katheterführungsdraht passiert hat. Von einer fehlgeschlagenen PTCA wird ausgegangen, wenn die Intervention

- nicht bis zu Ende durchgeführt werden konnte (z. B. auf Grund anatomischer Verhältnisse),
- das Endergebnis nicht zufrieden stellend war (die Stenose konnte z. B. nicht adäquat beseitigt werden), oder
- schwere Komplikationen aufgetreten sind (wie z. B. Dissektion, Perforation oder hämodynamische Instabilität des Patienten)

und der Patient in Folge dessen zur notfallmäßigen Revaskularisierung in das DHZB verlegt wurde.

Von einem koronarchirurgischen Notfall, der auf Grund einer erfolglosen PTCA zustande gekommen ist, wird dann gesprochen, wenn der operative Eingriff innerhalb von 48 Stunden durchgeführt werden musste.

Alle betreffenden 148 Patienten (Notfalloperation innerhalb von 48 Stunden nach einer PTCA) wurden zur Verumgruppe zusammengefasst. Um die Auswirkungen einer fehlgeschlagenen PTCA beurteilen zu können, wurden diese Patienten hinsichtlich ihrer prä- intra- und postoperativen Parameter untersucht. Im Folgenden werden alle erfassten Parameter kurz beschrieben.

3.1: Untersuchte Parameter

3.1.1 Basisparameter:

- Name, Vorname
- Geburtsdatum / Alter
- Geschlecht
- Adresse
- Telefonnummer

3.1.2 Präoperative Parameter

- KHK – Grad: Vorliegen einer Ein-, Zwei- oder Dreifäßerkrankung mit signifikanter Stenose. Die Gradeinteilung erfolgt während einer diagnostischen Herzkatheteruntersuchung im Vorfeld der Operation. Die einzelnen Werte sind i. d. R. den bei Aufnahme vorliegenden Vorbefunden entnommen
- Hauptstammstenose: Bestehen einer signifikanten Einengung der linken Koronararterie; Beurteilung durch diagnostische Herzkatheteruntersuchung im Vorfeld der OP.
- Drohender Infarkt: instabile Angina pectoris, NSTEMI ohne und NSTEMI mit Troponinanstieg, Definition s. Kap. 1.3
- Akuter Infarkt: Myokardinfarkt zum Zeitpunkt der Intervention. STEMI mit Troponinanstieg
- Alter Infarkt: Myokardinfarkt in der Krankengeschichte, aber kein akutes Ereignis zum Zeitpunkt der Intervention.
- Perforation im Rahmen der PTCA
- Koronardissektion im Rahmen der PTCA
- Z. n. Stent: Der Patient wurde im Rahmen einer PTCA mit einem Stent versorgt; geht aus den Vorbefunden oder dem Herzkatheterbericht hervor
- Z. n. ACVB: Der Patient hatte bereits zu früherem Zeitpunkt einen Bypass erhalten.
- Z. n. Thorax – Voroperation in der früheren Krankengeschichte.
- LVEF: Linksventrikuläre Ejektionsfraktion in Prozent. Die Messung der LVEF erfolgte echokardiographisch. Mittels der Scheibensummationsmethode nach Simpson wurden die systolischen und diastolischen Volumina bestimmt. Daraus errechnete sich die

Ejektionsfraktion in Prozent nach folgender Formel: $[(EDV-ESV) / EDV] \times 100 = LVEF$ [%].

- Dopamin / Dobutamin: Gabe von Katecholaminen beim präoperativ hämodynamisch instabilen Patienten über einen Perfusor mit entsprechender Dosierung in $\mu\text{g}/\text{KG}$ Körpergewicht.
- Suprarenin (Adrenalin): Gabe von Katecholaminen beim präoperativ hämodynamisch instabilen Patienten über einen Perfusor mit entsprechender Dosierung in $\mu\text{g}/\text{KG}$ Körpergewicht.
- IABP: Implantation einer intraaortalen Ballonpumpe zur hämodynamischen Stabilisierung. Die Ballonpumpe wird i. d. R. über die rechte A.femoralis implantiert und bis in die Aorta descendens vorgeschoben. Während der Diastole wird der Ballon mit Helium gefüllt und dilatiert, hierdurch optimiert sich die Koronarperfusion (diastolische Augmentation). Während der Systole wird der Ballon entleert, somit wird der Auswurfwiderstand vermindert und die Nachlast reduziert.
- Beatmungspflichtigkeit bei der Aufnahme. Der Patient atmet ohne Unterstützung spontan oder wird intubiert und kontrolliert beatmet eingeliefert.
- Herzfrequenz bei der Aufnahme: Unmittelbar nach der Aufnahme wird der Patient an einen Rhythmusmonitor zur Überwachung angeschlossen. Die Herzfrequenz wird in der Patientenkurve dokumentiert.
- Troponin I: Als biochemischer Infarktparameter. Die Troponin-I-Bestimmung wurde im DHZB-Zentrallabor durchgeführt. Die Untersuchung des Blutserums erfolgte durch einen Immunoassay. Der Schwellenwert zur Diagnose eines akuten Myokardinfarktes liegt für Troponin I bei 2,0 ng/ml.
- CK/CK-MB: Bestimmung der Gesamt-Creatininkinase sowie des Myokardialen Isoenzym als biochemische Infarktparameter.. Die CK/CK-MB Massenbestimmung erfolgte am Blutserum durch einen Enzym-Immunoassay.
- ZVD: Messung des zentralen Venendruckes in $\text{cm}/\text{H}_2\text{O}$. Das geschieht i. d. R. direkt bei der Aufnahme oder während der Narkoseeinleitung über einen zentralvenösen Katheter (ZVD), entweder über die V.jugularis oder über die V.subclavia.
- CPR: Durchführung einer cardiopulmonalen Reanimation mit Herzdruckmassage zwischen PTCA und Operationsbeginn.

3.1.3 Intraoperative Parameter:

- Operationsdatum
- Operationszeit in Minuten
- HLM: Zeit des Patienten an der Herzlungenmaschine
- Ischämiezeit / Klemmzeit: Zeit in Minuten, in der die Aorta ascendens abgeklemmt ist.
- Erfolgte Bypassanlage:
 - Anzahl der distalen Anastomosen der venösen Grafts
 - Anzahl der arteriellen Grafts: linke und/oder rechte A.mammaria, A.radialis

3.1.4 Postoperative Parameter:

- Dopamin / Dobutamin – Dosis in $\mu\text{g}/\text{Kilogramm-Körpergewicht}$ pro Minute über einen Perfusor
- Suprarenin – Dosis in $\mu\text{g}/\text{Kilogramm -Körpergewicht}$ pro Minute über einen Perfusor
- IABP: intraaortale Ballonpumpe zu OP – Ende oder im postoperativen Verlauf
- ASSIST: Implantation eines Unterstützungssystems bei hochgradiger myokardialer Insuffizienz.
- LAP: Messung des Druckes im linken Vorhof in mmH_2O , um die Pumpleistung des linken Ventrikels abschätzen zu können.
- Diurese: Vorliegen eines anurischen oder polyurischen Nierenversagens im postoperativen Verlauf.
- pH: Durchführung einer arteriellen Blutgasanalyse zur Bestimmung einer möglichen metabolischen Entgleisung im Sinne einer Azidose oder Alkalose.
- ZVD s. o.
- CK: Maximalwert der Creatininkinase in den ersten 72 postoperativen Stunden. S. o.
- CK-MB: Maximalwert der myokardialen Creatininkinase in den ersten 72 postoperativen Stunden. S. o.
- % CK-MB: Prozentsatz des myokardialen Anteils an dem Gesamtwert der Creatininkinase. S. o.
- Beatmungszeit in Tagen
- Intensivstation: Aufenthalt auf der Intensivstation in Tagen
- Katecholaminzeit: Dauer der Katecholamintherapie mit Suprarenin (Adrenalin) in Stunden.

- IABP-Tage: Gesamte Dauer in Tagen, über die eine intraaortale Ballonpumpe implantiert ist.
- Drainageblutverlust während der ersten 24 postoperativen Stunden.
- Erythrozytenkonzentrat (EK): Gesamtzahl der transfundierten Blutkonserven (ausgenommen Eigenbluttransfusion).
- FFP (Fresh frozen plasma): Anzahl der transfundierten Konserven an frischem Blutplasma bei ausgeprägtem Volumenmangel.
- TK (Thrombozytenkonzentrat): Gesamtzahl der transfundierten Konserven an Thrombozytenkonzentrat.
- CPR: Durchführung einer cardiopulmonalen Reanimation mit Herzdruckmassage.
- Nierenersatztherapie: Durchführung einer Dialyse oder Hämofiltration bei akutem Nierenversagen im postoperativen Verlauf.
- Bauch – OP: Durchführung einer viszeralchirurgischen Operation, z. B. wegen Ileus (Darmverschluss, Darmatonie) wegen einer Laktat-Azidose.
- Infektion: Schwere nosokomiale Infektion im postoperativen Verlauf, wie z. B. Pneumonie, Enterokolitis oder Sepsis, die eine Therapie mit einem i.V. Antibiotikum erforderlich machen.
- LVEF: letzte gemessene linksventrikuläre Ejektionsfraktion.
- Entlassungstag des Patienten aus dem DHZB.
- Anzahl der stationären Krankenhaustage
- Entlassungsart: Erfasst wird, ob der Patient extubiert ist, ob er beatmet verlegt wird, oder ob er zum Aufenthaltsende verstorben ist.
- Status nach 30 Tagen: Erfassung der 30-Tage Mortalität
- Status nach einem Jahr: Erfassung der Ein –Jahres-Mortalität

3.2 Datenerfassung

Den Vorgaben der Bundesgeschäftsstelle für Qualitätssicherung entsprechend, werden alle im DHZB operierten Patienten mit Hilfe eines Fragebogens für prä- intra- und postoperative Merkmale erfasst. Unter anderem werden hier präoperative PTCA – Versuche vermerkt. Von der Abteilung für Qualitätssicherung des Hauses konnten demnach alle Patienten aus einer Datenbank herausgesucht werden, die innerhalb von zwei Tagen nach einer

Herzkatheterintervention bypassoperiert wurden. Aus diesen Daten rekrutiert sich die Verumgruppe.

Die Basisdaten für die beiden zum Vergleich erstellten Kontrollgruppen sind ebenfalls aus der Datenbank der Abteilung für Qualitätssicherung entnommen. Aus der Gesamtzahl aller operierten Patienten wurden alle die herausgesucht, die elektiv, dringlich oder notfallmäßig mit einem Bypass versorgt wurden.

Die oben beschriebenen Parameter wurden unter Durchsicht der Patientenkurven (EMTEK, elektronisches Kurvensystem), Arztbriefe, Untersuchungsbefunde (EDV-Hausssystem) und Krankenakten (Zentralarchiv des DHZB) erfasst. Um das 30-Tage und Ein-Jahres-Überleben zu bestimmen, wurden die Patienten telefonisch interviewt. Bei den verbleibenden Patienten, die nicht erreicht werden konnten, wurde eine Anfrage an das zuständige Einwohnermeldeamt gestellt.

3.3 Kontrollgruppe 1: elektiv operierte Patienten

Um zu beurteilen, in wie weit sich die nach einer erfolglosen PTCA operierten Patienten von Routinefällen unterscheiden, werden sie in den gleichen Parametern einer Patientengruppe verglichen, die elektiv oder dringlich bypassoperiert wurde.

Über den gleichen Zeitraum, von Januar 2004 bis Dezember 2006, wurde eine Kontrollgruppe von ebenfalls 148 Patienten zusammengestellt. Die Zusammensetzung dieser Gruppe hinsichtlich der operierten Fälle pro Jahr richtet sich nach der Verumgruppe.

Da im Jahr 2004 eine Gesamtzahl von 1568 Patienten elektiv oder dringlich operiert wurde, wurde von diesen Patienten jeder dreißigste ausgewählt, um in der Kontrollgruppe auf eine Anzahl von 52 Patienten zu kommen. Im Jahr 2005 wurde von einer Gesamtfallzahl von 1419 Patienten jeder dreiunddreißigste Patient gewählt, um wie in der Verumgruppe die Anzahl von 43 zu erreichen. Im Jahr 2006 wurde von insgesamt 1297 Patienten jeder vierundzwanzigste für die Kontrollgruppe ausgewählt, um eine Anzahl von 53 zu erreichen.

| Jahr | Patienten Verumgruppe | Patienten Kontrollgruppe 1 |
|--------|-----------------------|----------------------------|
| 2004 | 52 | 52 |
| 2005 | 43 | 43 |
| 2006 | 53 | 53 |
| gesamt | 148 | 148 |

Diese Kontrollgruppe (n=148) mit elektiv und dringlich operierten Patienten wurde hinsichtlich der in Kapiteln 3.1 beschriebenen Parameter untersucht.

3.4 Kontrollgruppe 2: Notfallmäßig operierte Patienten ohne PTCA im Vorfeld

Um zu untersuchen, in wie weit sich nach einer PTCA notfallmäßig bypassoperierte Patienten von solchen Patienten unterscheiden, die aus einem anderen Grund notfallmäßig revaskularisiert werden mussten, wurde eine zweite Kontrollgruppe zusammengestellt.

Diese setzt sich aus 100 von den insgesamt 646 Patienten zusammen, die im selben Zeitraum ohne PTCA im Vorfeld notoperiert wurden.

Im Jahr 2004 wurden mit einer Anzahl von 52 Patienten 35,135% aller Fälle der Verumgruppe operiert. Um ein repräsentatives Ergebnis zu erreichen, wurden die Patienten der zweiten Kontrollgruppe so zusammengestellt, dass hier im Jahr 2004 ebenfalls 35,135% der Patienten operiert wurden. Um bei einer Gesamtanzahl von 100 Kontrollgruppen - Patienten die Anzahl von 35 zu erreichen, wurde von den insgesamt 250 im Jahr 2004 notfallmäßig (ohne PTCA) operierten Patienten jeder Siebte ausgewählt.

Im Jahr 2005 wurden mit 43 Fällen 29,054% aller Patienten der Verumgruppe operiert. Demnach wurde für die Kontrollgruppe von einer Gesamtanzahl von 225 Notfällen jeder fünfte Patient ausgewählt.

2006 liegt die Gesamtzahl der Notfälle ohne PTCA im Vorfeld bei 171 Patienten. In diesem Jahr wurden mit einer Anzahl von 53 Patienten 35,811% aller Fälle der Verumgruppe operiert. Demnach wurden 36 Patienten für die Kontrollgruppe rekrutiert, indem von den 171 Notfallpatienten jeder Vierte ausgewählt wurde.

| Jahr | Patienten Verumgruppe | Patienten Verumgruppe [%] | Patienten Kontrollgruppe 2 |
|--------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|
| 2004 | 52 | 35,135 | 35 |
| 2005 | 43 | 29,054 | 29 |
| 2006 | 53 | 35,811 | 36 |
| gesamt | 148 | 100,000 | 100 |

Auch diese zweite Kontrollgruppe (n=100) wurde hinsichtlich der in Kapiteln 3.1 beschriebenen Parameter untersucht.

3.5 Statistik

Die statistische Auswertung der Ergebnisse und die Prüfung auf Signifikanz erfolgte mit dem Programm SPSS.

Zur Überprüfung der qualitativen Parameter wie z. B. Alter, Geschlecht, KHK-Grad oder aufgetretene Komplikationen wurde der Chi²-Test für mehrdimensionale Daten benutzt. So war es möglich, die Signifikanzen von Unterschieden zwischen den unabhängigen Gruppen zu bestimmen.

Für quantitative Parameter wurden Mittelwert und 95%-Konfidenzintervall bzw. Standardabweichung ermittelt. Die graphische Darstellung erfolgte mittels Box-Plots.

Bei der statistischen Auswertung wurden die Irrtumswahrscheinlichkeit α überprüft. Bestehenden Unterschiede wurden dann als signifikant erachtet, wenn $p < 0,05$.

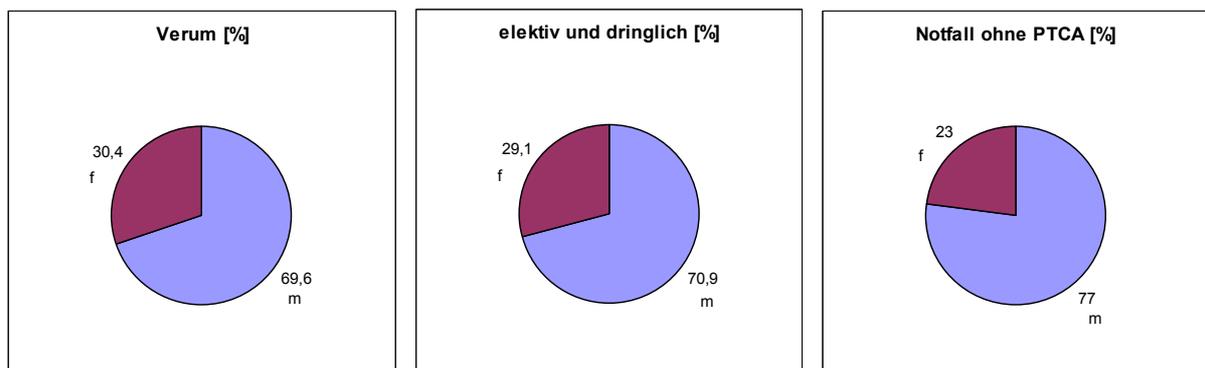
4. Ergebnisse

4.1 Präoperative Ergebnisse

Geschlecht:

Von den 148 Patienten der Verum-Gruppe waren 103 Männer (69,6%) und 45 Frauen (30,4%). Im statistischen Vergleich war das nicht signifikant unterschiedlich ($p > 0,05$) zu Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich), die sich aus 105 Männern (70,9%) und 43 Frauen (29,1%) zusammensetzte.

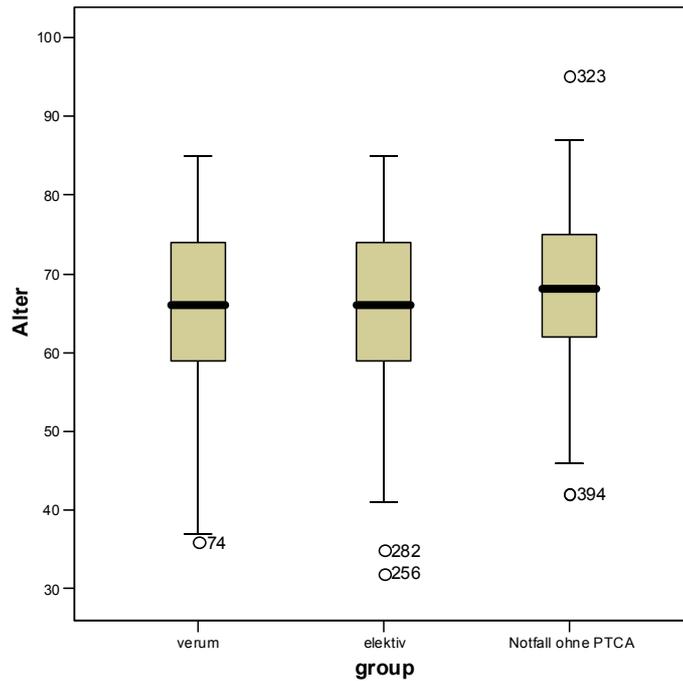
Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) bestand aus 77 Männern (77%) und 23 Frauen (23%). Verglichen mit der Verum-Gruppe war dieser Unterschied nicht signifikant ($p > 0,05$).



Alter:

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|--------------------------------------|--------|---------|---------|
| Verum | 65,07 ± 10,30 | 66 | 36 | 85 |
| elektiv/dringlich | 65,08 ± 10,31 | 66 | 32 | 85 |
| Notfall o. PTCA | 67,67 ± 10,27 | 68 | 42 | 95 |

Weder zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) noch zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) gab es hinsichtlich des Alters signifikante Unterschiede (p in beiden Fällen $> 0,05$).

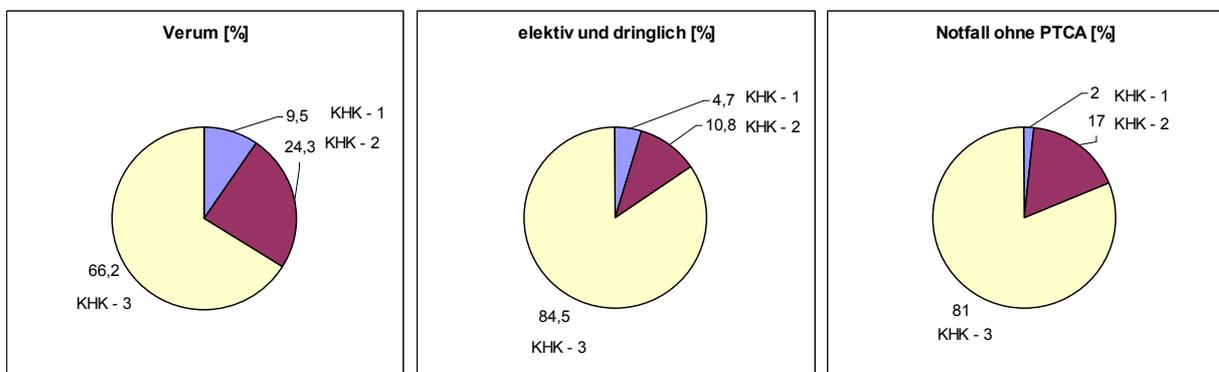


KHK-Grad:

In der Verum-Gruppe hatten 14 Patienten (9,5%) eine Eingefäßerkrankung, 36 (24,3%) eine Zweigefäßerkrankung und 98 (66,2%) hatten eine Dreigefäßerkrankung. Im Vergleich zu Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) zeigten sich ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$). Hier hatten 7 Patienten (4,7%) eine Eingefäßerkrankung, 16 (10,8%) eine Zwei- und 125 Patienten (84,5%) eine Dreigefäßerkrankung.

Für den Vergleich von Verum-Gruppe mit Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) wurde ebenfalls ein signifikanter Unterschied festgestellt ($p < 0,05$). Hier hatten zwei Patienten (2%) eine Ein-, 17 (17%) Patienten eine Zwei- und 81 Patienten eine Dreigefäßerkrankung.

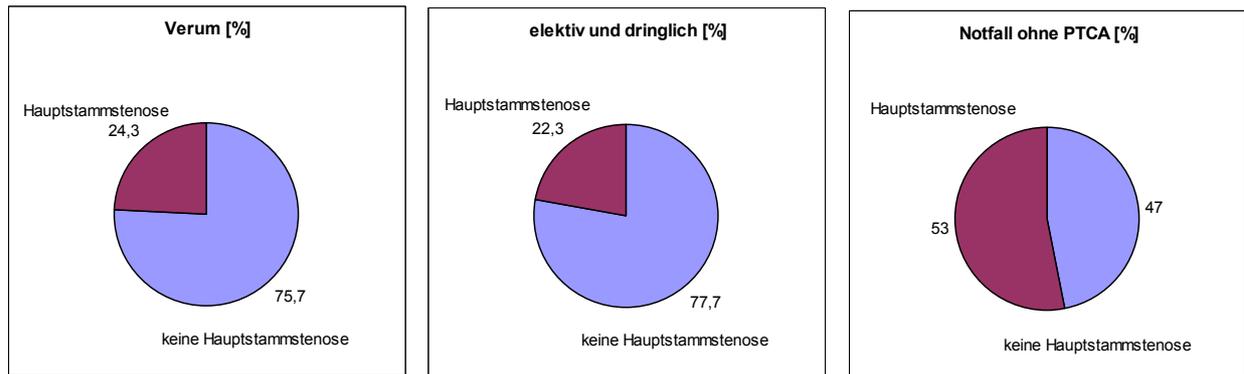
Demnach waren in der Verum-Gruppe signifikant weniger Patienten von einer höhergradigen KHK betroffen als in den Kontrollgruppen 1 (elektiv und dringlich) und 2 (Notfall ohne PTCA).



Hauptstammstenose:

Bei 36 Patienten (24,3%) der Verum-Gruppe wurde eine Hauptstammstenose festgestellt. Die Häufigkeit dieser Diagnose unterschied sich nicht signifikant ($p > 0,05$) von Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich), da hier hatten 33 Patienten (23,3%) eine Hauptstammstenose hatten.

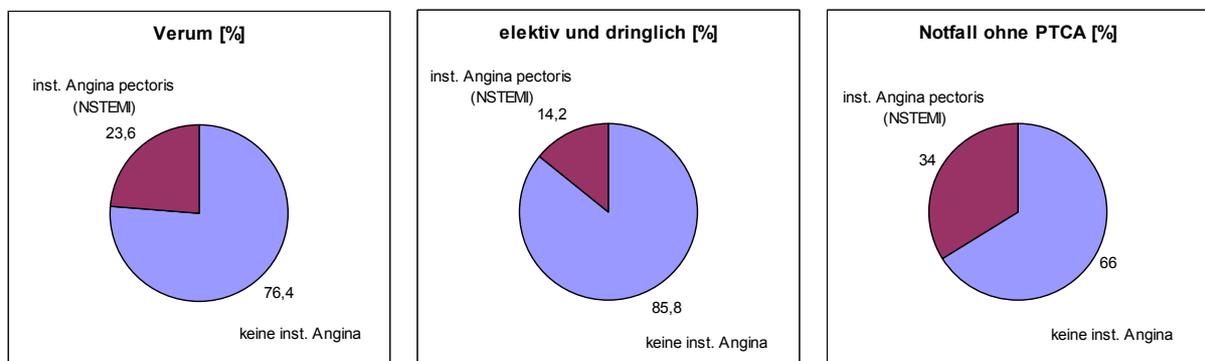
In Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) wurde die Diagnose der Hauptstammstenose bei 53 Patienten (53%) gestellt. Damit kam sie hier signifikant häufiger vor als in der Verum-Gruppe ($p < 0,05$).



Drohender Infarkt (instabile Angina pectoris, NSTEMI):

35 Patienten (23,6%) der Verum-Gruppe hatten zum Aufnahmezeitpunkt eine instabile Angina pectoris. Das waren signifikant mehr als in Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich), hier hatten nur 21 Patienten (14,2%) einen drohenden Infarkt ($p < 0,05$).

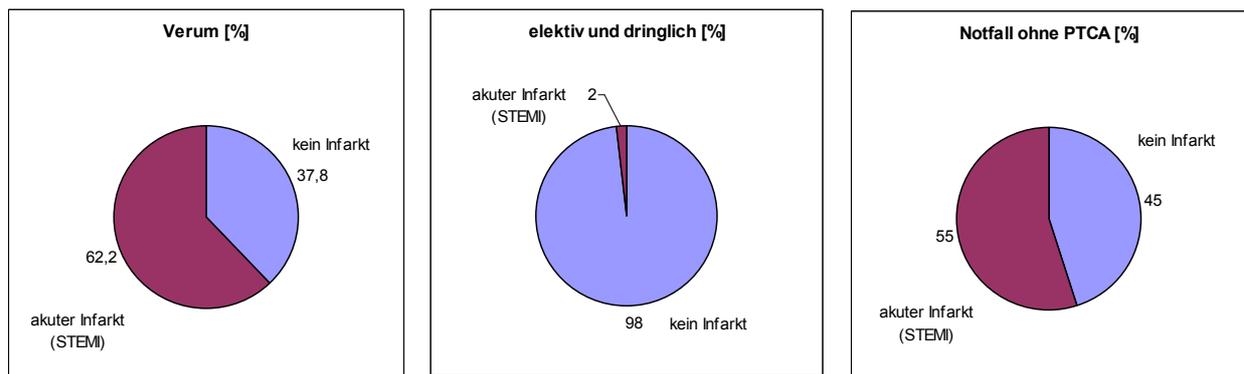
Zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) bestand kein signifikanter Unterschied ($p > 0,05$). Hier hatten 34 Patienten (34%) eine instabile Angina pectoris zum Zeitpunkt der Klinikaufnahme.



Akuter Infarkt (STEMI):

Aus der Verum-Gruppe wurden 92 Patienten (62,2%) mit einem akuten Myokardinfarkt eingeliefert. In Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) hatten hingegen nur 3 Patienten (2%) einen akuten Infarkt. Dieser Unterschied erwies sich als statistisch hoch signifikant ($p < 0,05$).

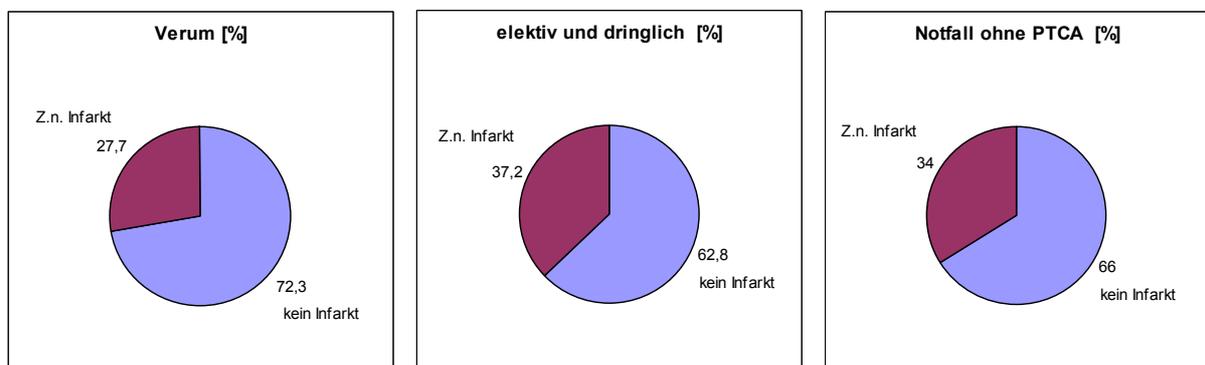
Aus Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) wurden 55 Patienten (55%) mit einem akuten Myokardinfarkt eingeliefert. Im Vergleich zur Verum-Gruppe zeigte sich kein signifikanter Unterschied ($p > 0,05$).



Alter Infarkt:

41 Patienten (27,7%) der Verum-Gruppe hatten bereits einen Myokardinfarkt in der Krankengeschichte. Im Vergleich zu Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) zeigte sich kein signifikanter Unterschied ($p > 0,05$). Hier hatten 55 Patienten (37,2%) einen Infarkt in der Vorgeschichte.

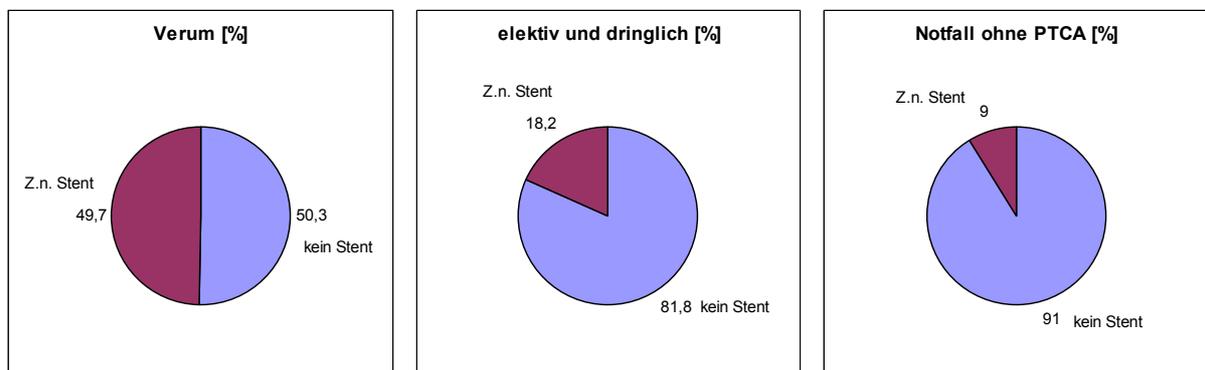
Zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p > 0,05$). 34 Patienten (34%) hatten einen Infarkt in der Anamnese.



Z. n. Stent:

73 Patienten (49,7%) der Verum-Gruppe wurden zu einem früheren Zeitpunkt oder im Rahmen der PTCA unmittelbar vor der notfallmäßigen ACVB-Operation mit einem Stent versorgt. Aus Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) erhielten lediglich 27 Patienten (18,2%) einen Stent zu einem früheren Zeitpunkt der Krankengeschichte. Statistisch war dieser Unterschied hoch signifikant ($p < 0,05$).

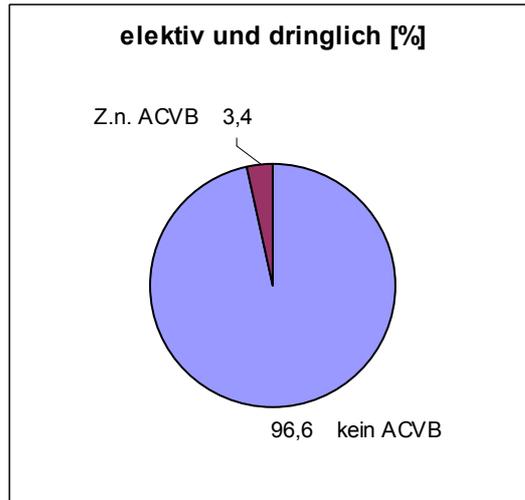
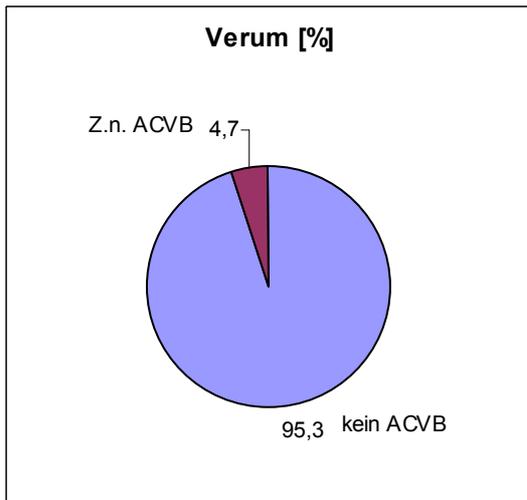
Neun Patienten (9%) aus Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) wurden im Rahmen einer PTCA mit einem Stent versorgt. Im Vergleich zur Verum-Gruppe war dieser Unterschied hoch signifikant ($p < 0,05$).



Z. n. ACVB:

Sieben Patienten der Verum-Gruppe (4,7%) waren bis zum Zeitpunkt der notfallmäßigen ACVB-Operation bereits schon einmal mit einem Bypass versorgt worden. In Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) war dies bei 5 Patienten (3,4%) der Fall. Statistisch konnte kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen nachgewiesen werden ($p > 0,05$).

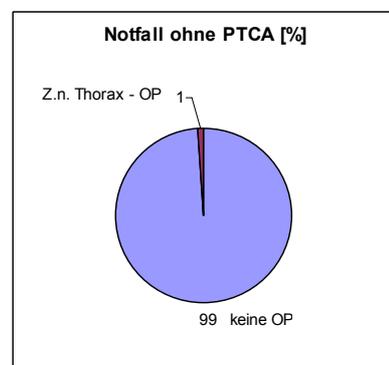
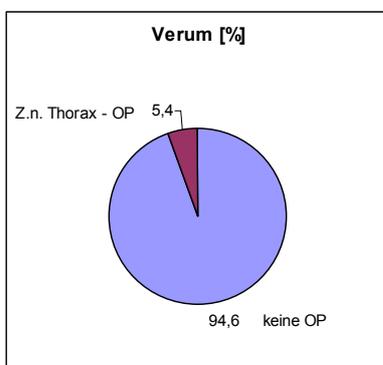
In Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) hatte kein Patient zu einem früheren Zeitpunkt einen Bypass erhalten.



Z. n. Thorax – Operation

Acht Patienten der Verum-Gruppe (5,4%) wurden zu einem früheren Zeitpunkt der Krankengeschichte schon einmal im Bereich des Thorax operiert. In Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) war das bei sechs Patienten (4,1%) der Fall. Dieser Unterschied war statistisch nicht signifikant ($p > 0,05$).

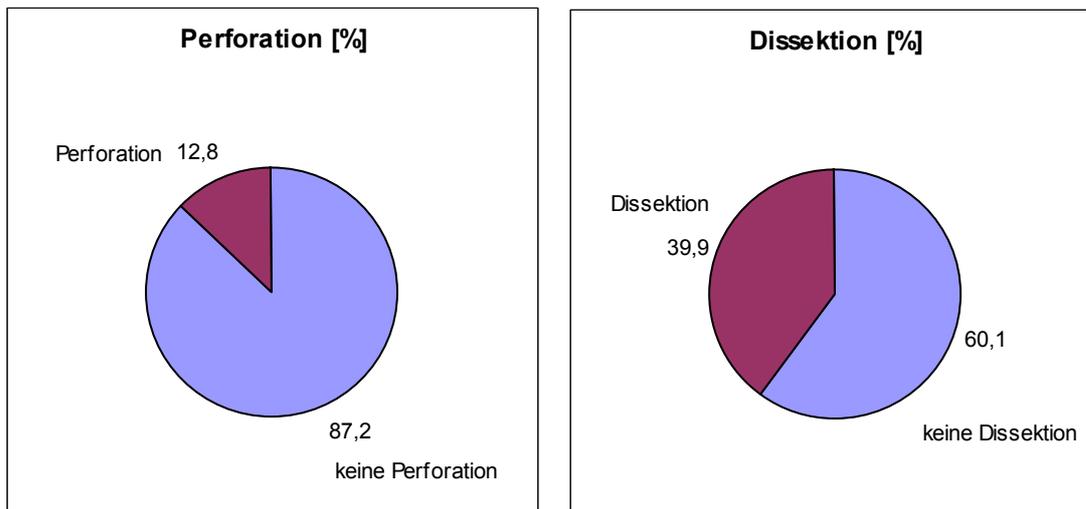
Im Vergleich zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) zeigte sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied ($p > 0,05$). Hier war ein Patient (1%) zu einem früheren Zeitpunkt im Bereich des Thorax operiert worden.



Perforation und Dissektion als Komplikation einer PTCA:

Die Untersuchung dieser Parameter betraf nur die Verum-Gruppe, da nur hier im unmittelbaren Vorfeld der Operation eine PTCA durchgeführt wurde.

Zu einer Perforation der Koronargefäße kam es bei 19 Patienten (12,8%) der Verum-Gruppe. 59 Patienten (39,9%) mussten wegen einer Koronardissektion notfallmäßig bypassoperiert werden.

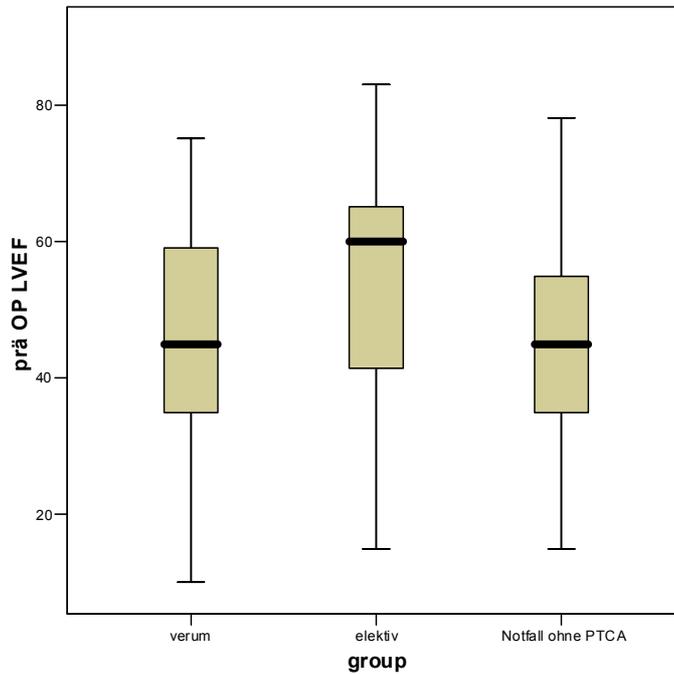


Präoperative LVEF:

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|--------------------------------------|--------|---------|---------|
| Verum | 45,01 ± 14,58 | 45 | 10 | 75 |
| elektiv/dringlich | 53,14 ± 15,45 | 60 | 15 | 83 |
| Notfall o. PTCA | 43,48 ± 14,51 | 45 | 15 | 78 |

Die Patienten der Verum-Gruppe hatten im statistischen Vergleich zu Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) eine signifikant geringere LVEF ($p < 0,05$).

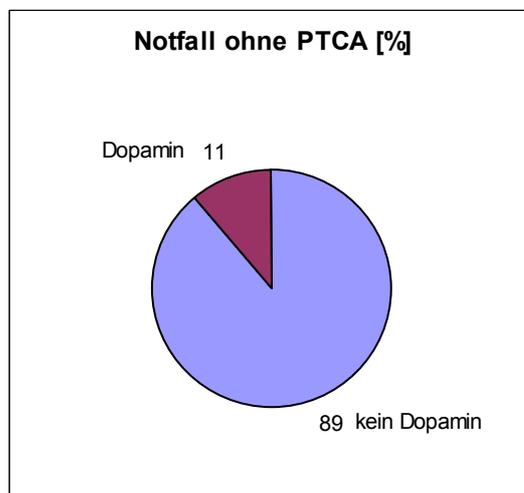
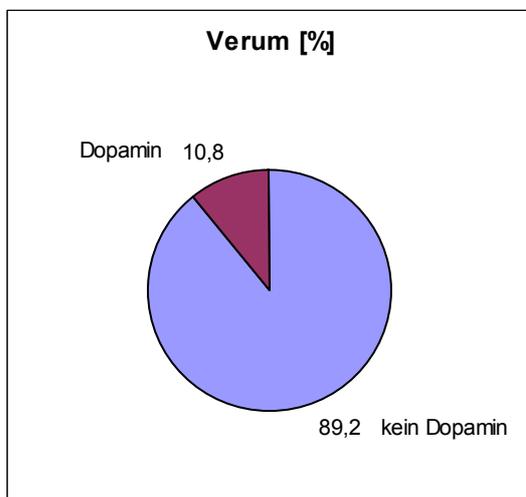
Im Vergleich zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) zeigte sich hingegen kein signifikanter Unterschied ($p > 0,05$).



Dopamin / Dobutamin:

16 Patienten (10,8%) der Verum-Gruppe erhielten Dopamin oder Dobutamin im präoperativen Verlauf. In Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) war bei keinem Patienten eine hämodynamische Stabilisierung mit Dopamin oder Dobutamin notwendig.

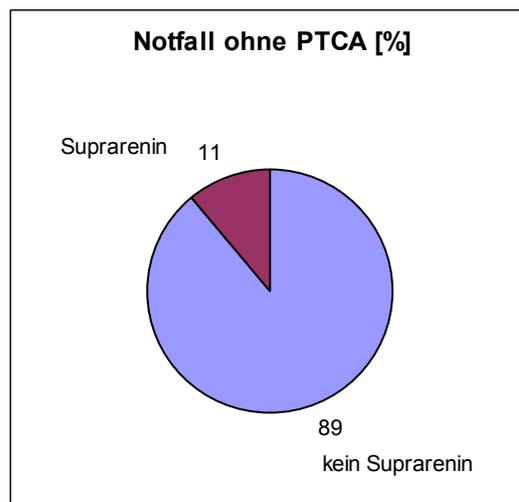
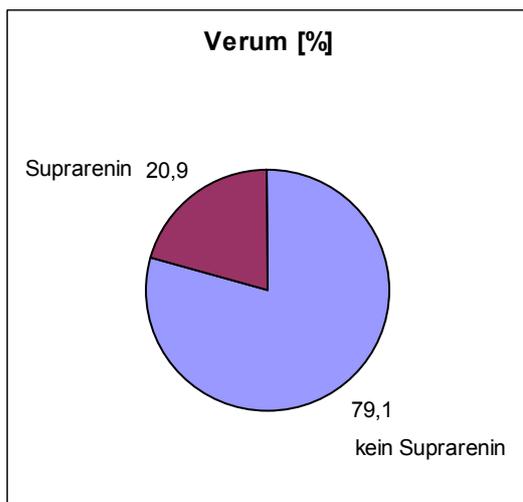
In Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) wurden 11 Patienten (11%) präoperativ mit Dopamin oder Dobutamin therapiert. Im statistischen Vergleich zeigte sich kein Unterschied zur Verum-Gruppe ($p > 0,05$).



Suprarenin:

31 Patienten (20,9%) der Verum-Gruppe mussten präoperativ mit Suprarenin therapiert werden. In Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) war diese Maßnahme bei keinem Patienten erforderlich.

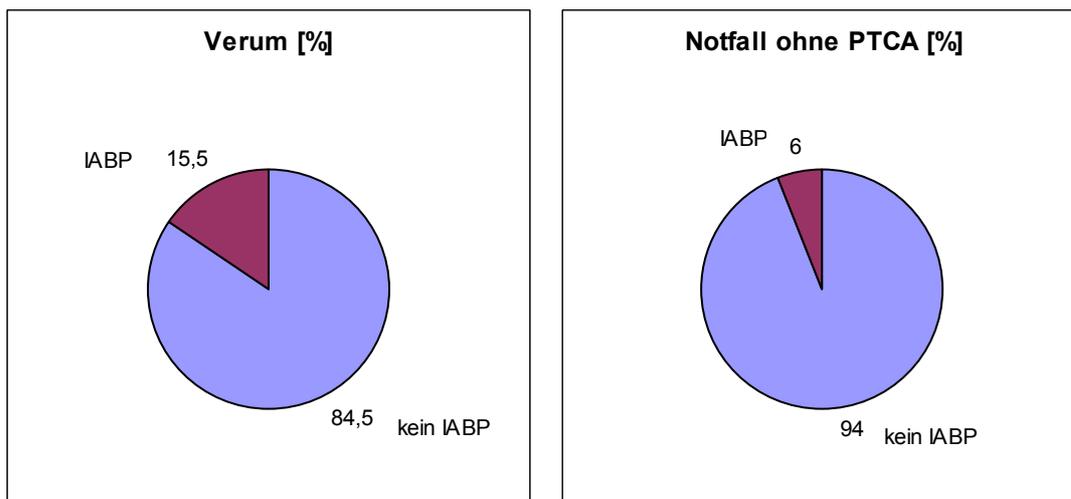
In Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) erhielten 11 Patienten (11%) präoperativ Suprarenin. Damit wurde hier diese Maßnahme signifikant seltener ergriffen als dies in der Verum-Gruppe der Fall war ($p < 0,05$).



IABP präoperativ:

Die Implantation einer IABP war im präoperativen Verlauf bei 23 Patienten (15,5%) der Verum-Gruppe erforderlich. In Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) kam diese Maßnahme nicht zur Anwendung.

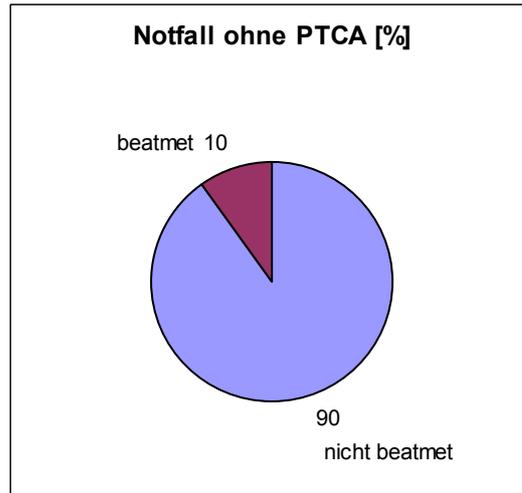
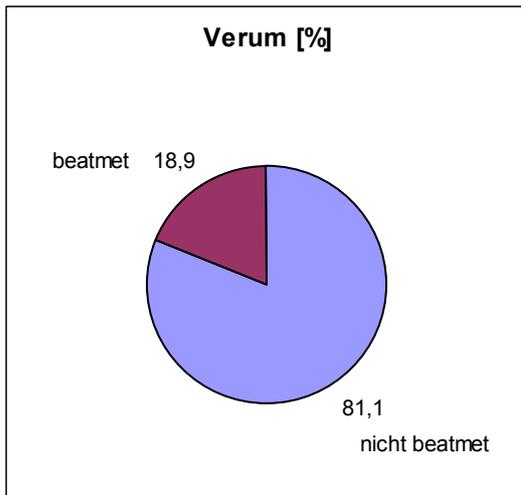
In Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) wurde signifikant seltener ($p < 0,05$) eine IABP implantiert als in der Verum-Gruppe. 6 Patienten (6%) erhielten hier präoperativ eine IABP.



Beatmungspflichtigkeit bei Aufnahme:

28 Patienten (18,9%) der Verum-Gruppe waren zum Zeitpunkt der Aufnahme in die Klinik beatmet. In Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) war zum Aufnahmezeitpunkt kein Patient beatmungspflichtig.

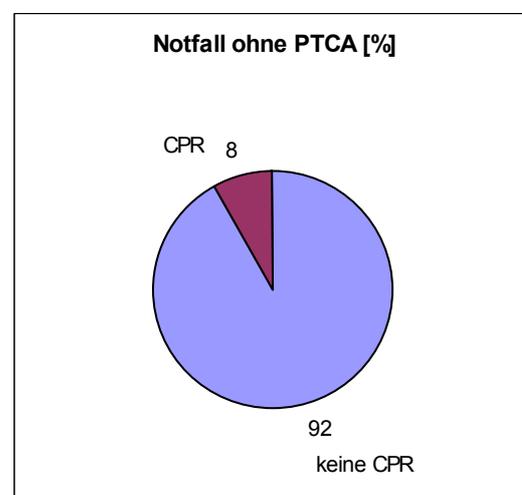
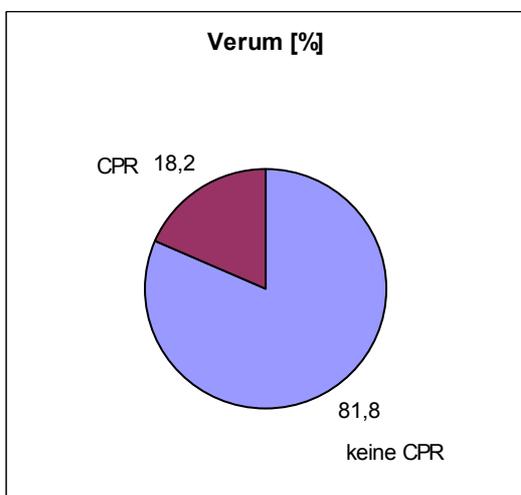
Zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) zeigte sich in diesem Parameter kein signifikanter Unterschied ($p > 0,05$). Hier waren zehn Patienten (10%) bei der Klinikaufnahme beatmet.



Kardiopulmonale Reanimation (CPR):

In der Verum-Gruppe mussten 27 Patienten (18,2%) im präoperativen Verlauf reanimiert werden. Aus Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) war hingegen kein Patient reanimationspflichtig.

Acht Patienten (8%) aus Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) mussten im Zeitraum zwischen Aufnahme und Operation reanimiert werden. Damit wurden die Patienten aus Kontrollgruppe 2 signifikant seltener reanimationspflichtig als die der Verum-Gruppe ($p < 0,05$).

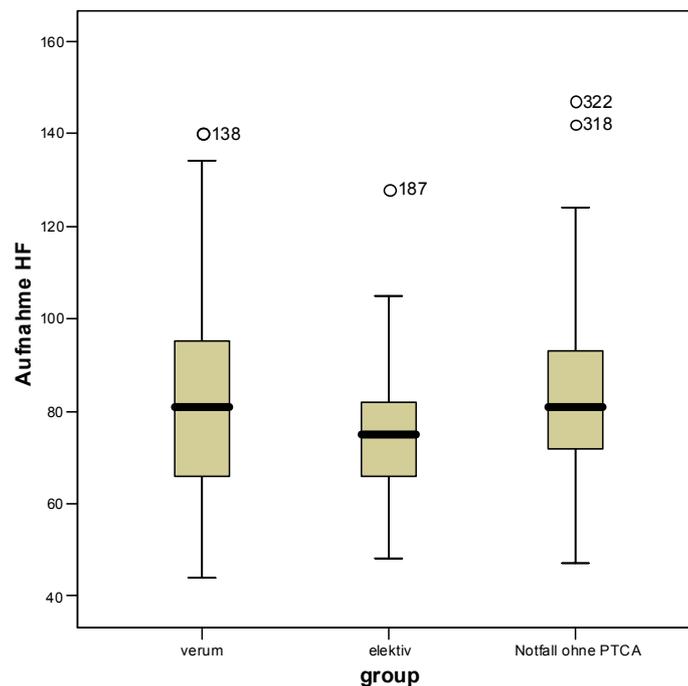


Herzfrequenz bei Aufnahme:

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|--|---------------|----------------|----------------|
| Verum | 82,85 ± 20,58 | 81 | 44 | 140 |
| elektiv/dringlich | 74,44 ± 12,63 | 75 | 48 | 128 |
| Notfall o. PTCA | 83,66 ± 18,01 | 81 | 47 | 147 |

Die Patienten der Verum-Gruppe waren zum Zeitpunkt der Klinikaufnahme signifikant häufiger tachykard ($p < 0,05$) als die Patienten aus Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich).

Zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p > 0,05$).



CK Gesamt und CK-MB (Kreatininkinase):

CK-Gesamt:

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|---|---------------|----------------|----------------|
| Verum | 740,14 ± 1452,46 | 206 | 31 | 10121 |
| elektiv/dringlich | 117,03 ± 142,42 | 67 | 12 | 1041 |
| Notfall o. PTCA | 372,42 ± 434,65 | 201,5 | 24 | 2651 |

Im statistischen Vergleich hatten die Patienten der Verum-Gruppe einen signifikant höheren CK-Gesamt-Wert ($p < 0,05$) als die Patienten aus Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich).

Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) unterschieden sich hinsichtlich des präoperativen CK-Gesamt-Wertes nicht signifikant voneinander ($p > 0,05$).

Anteil der CK-MB an der Gesamt-CK [%]:

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|---|---------------|----------------|----------------|
| Verum | 17,34 ± 13,26 | 13,72 | 1,35 | 129,03 |
| elektiv/dringlich | 23,99 ± 25,24 | 16,67 | 3,2 | 166,67 |
| Notfall o. PTCA | 14,94 ± 7,87 | 13,83 | 2,75 | 54,69 |

Weder im Vergleich von Verum-Gruppe mit Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) noch zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) konnte präoperativ ein statistisch signifikanter Unterschied im prozentualen MB-Anteil der Gesamt-CK nachgewiesen werden (in beiden Fällen $p > 0,05$).

Troponin I präoperativ:

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|---|---------------|----------------|----------------|
| Verum | 46,3 ± 98,74 | 1,49 | 0 | 576 |
| elektiv/dringlich | 0,42 ± 2,77 | 0 | 0 | 30 |
| Notfall o. PTCA | 20,4 ± 49,54 | 2,39 | 0 | 338 |

Die Patienten der Verum-Gruppe hatten verglichen mit den Patienten aus Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) einen signifikant höheren präoperativen Troponin-Wert ($p < 0,05$).

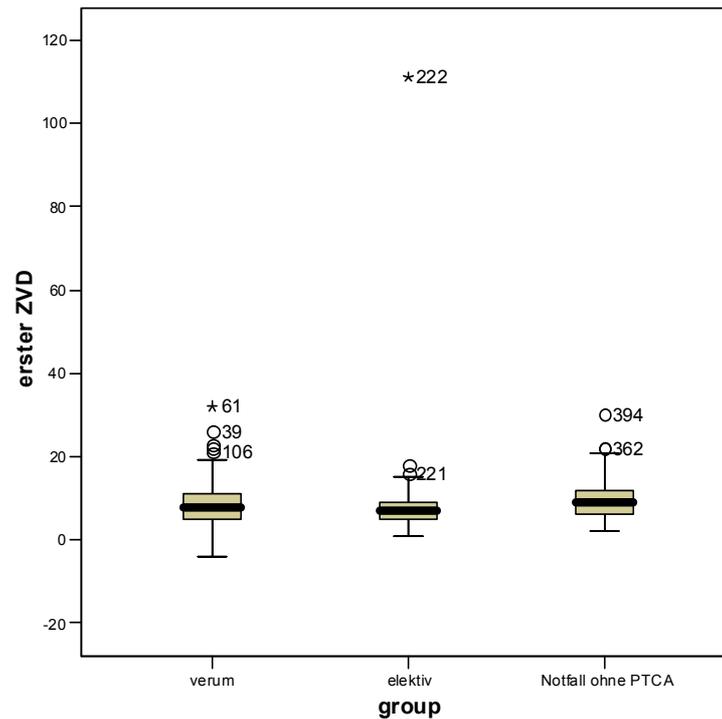
Im statistischen Vergleich zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) konnte kein signifikanter Unterschied in der präoperativen Troponin-Konzentration nachgewiesen werden ($p > 0,05$).

Zentralvenöser Druck (ZVD):

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|---|---------------|----------------|----------------|
| Verum | 9,06 ± 5,48 | 8 | 0 | 32 |
| elektiv/dringlich | 7,09 ± 3,18 | 7 | 1 | 18 |
| Notfall o. PTCA | 9,82 ± 4,97 | 9 | 2 | 30 |

Die Patienten der Verum-Gruppe hatten im statistischen Vergleich einen signifikant höheren ZVD ($p < 0,05$) als die Patienten aus Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich).

Zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe zeigte sich kein signifikanter Unterschied ($p > 0,05$).



Zusammenfassung:

Zusammenfassend kann man feststellen, dass sich die Patienten der Verum-Gruppe in vielen Parametern signifikant von Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) unterschieden.

In der Verum-Gruppe waren deutlich weniger Patienten von einer höhergradigen KHK betroffen und hatten häufiger einen drohenden oder akuten Myokardinfarkt zum Aufnahmezeitpunkt. Auch waren sie häufiger zu einem früheren Zeitpunkt schon einmal mit einem Stent versorgt worden. Die präoperative LVEF war in der Verum-Gruppe signifikant geringer, der Bedarf an Katecholaminen höher und die Implantation einer Ballonpumpe (IABP) war häufiger erforderlich. In einer größeren Anzahl der Fälle musste eine kardiopulmonale Reanimation durchgeführt werden. Bei der Klinikaufnahme war häufiger eine künstliche Beatmung notwendig als in Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich), eine größere Anzahl an Patienten war tachykard und hatte einen höheren ZVD. Auch der präoperative Wert für Troponin war in der Verum-Gruppe höher als in Kontrollgruppe 1.

Im Vergleich von Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) stellten sich weniger Parameter als signifikant unterschiedlich heraus.

Die Patienten der Verum-Gruppe hatten auch hier seltener eine höhergradige KHK und seltener eine Hauptstammstenose. Wesentlich häufiger hatten sie zu einem früheren Zeitpunkt einen Stent bekommen, waren jedoch seltener schon einmal mit einem Bypass versorgt worden. Präoperativ bestand in der Verum-Gruppe ein höherer Bedarf an Suprarenin sowie öfter die Notwendigkeit, eine IABP zu implantieren. Auch eine kardiopulmonale Reanimation musste hier häufiger durchgeführt werden.

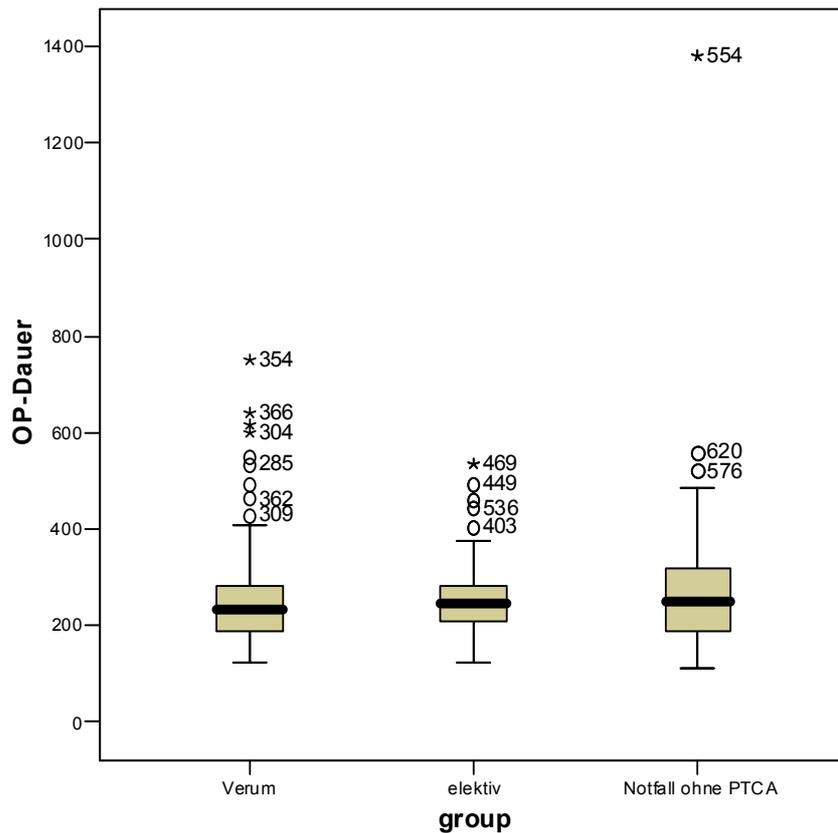
4.2 Intraoperative Ergebnisse

OP-Dauer in Minuten:

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|---|---------------|----------------|----------------|
| Verum | 254 ± 104,21 | 235 | 125 | 750 |
| elektiv/dringlich | 252,44 ± 63,26 | 245 | 125 | 535 |
| Notfall o. PTCA | 272,21 ± 142,73 | 250 | 110 | 1380 |

Im statistischen Vergleich der Operationszeiten von Verum-Gruppe (Notfall nach PTCA) und Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) ergab sich kein signifikanter Unterschied ($p > 0,05$).

Zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p > 0,05$).

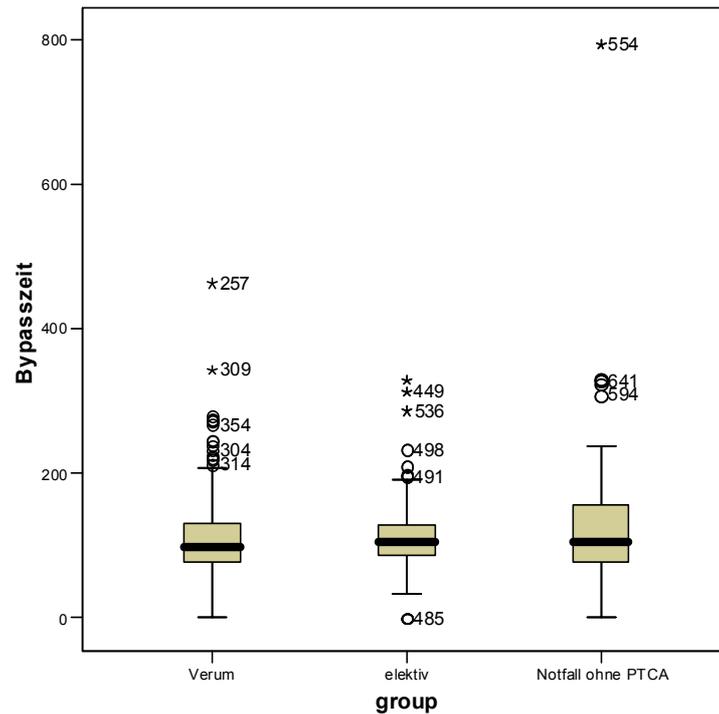


Bypasszeit (HLM):

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|--------------------------------------|--------|---------|---------|
| Verum | 116,66 ± 65,42 | 99,5 | 0 | 462 |
| elektiv/dringlich | 112,07 ± 46,156 | 106 | 0 | 329 |
| Notfall o. PTCA | 130,39 ± 93,80 | 105,5 | 0 | 793 |

Bezüglich der Bypasszeit der Verum Gruppe verglichen mit der von Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) war der Unterschied nicht signifikant ($p > 0,05$).

Auch zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) zeigte sich keine signifikante Abweichung ($p > 0,05$).

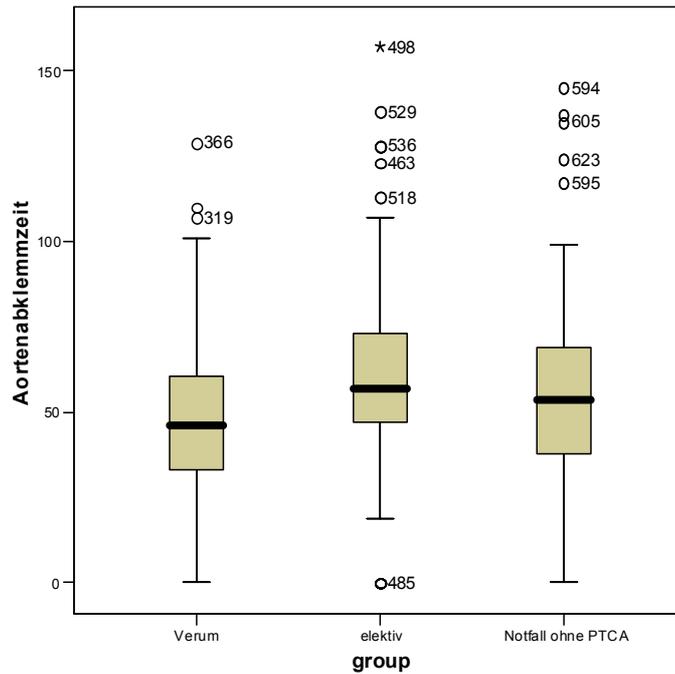


Ischämiezeit (Aortenabklemmzeit):

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|--------------------------------------|--------|---------|---------|
| Verum | 48,01 ± 23,14 | 46 | 0 | 129 |
| elektiv/dringlich | 59,83 ± 25,1 | 57 | 0 | 157 |
| Notfall o. PTCA | 55 ± 27,99 | 53,5 | 0 | 145 |

Der Vergleich der Verum-Gruppe mit Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) zeigte für die Verum-Gruppe eine signifikant kürzere Aortenabklemmzeit ($p < 0,05$).

Auch im Vergleich zu Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) wies die Verum-Gruppe eine kürzere Aortenabklemmzeit auf ($p < 0,05$).



Venöse Grafts:

Zu diesem Parameter wurde untersucht, mit wie vielen venösen Bypass-Grafts die Patienten versorgt wurden. In beiden Gruppen gab es Patienten, die ausschließlich arterielle Bypässe und keinen venösen Graft erhielten. Maximal wurden fünf Venen als Graftmaterial verwendet. Die folgende Tabelle zeigt die prozentuale Verteilung in den drei Gruppen.

| Anzahl der Venen | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------|---|------|------|------|-----|-----|
| Verum [%] | 2 | 20,9 | 43,2 | 30,4 | 2,7 | 0,7 |

| | | | | | | |
|-----------------------|---|------|------|------|-----|---|
| elektiv/dringlich [%] | 2 | 16,2 | 42,6 | 35,8 | 3,4 | 0 |
|-----------------------|---|------|------|------|-----|---|

| | | | | | | |
|---------------------|---|----|----|----|----|---|
| Notfall o. PTCA [%] | 0 | 12 | 42 | 35 | 11 | 0 |
|---------------------|---|----|----|----|----|---|

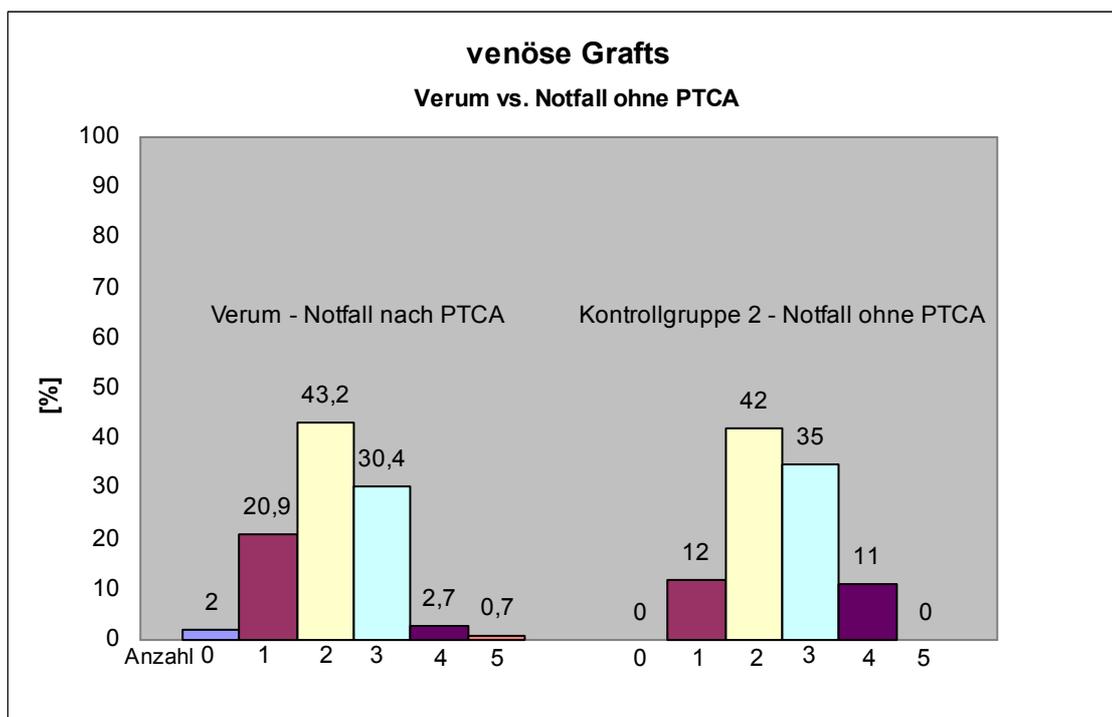
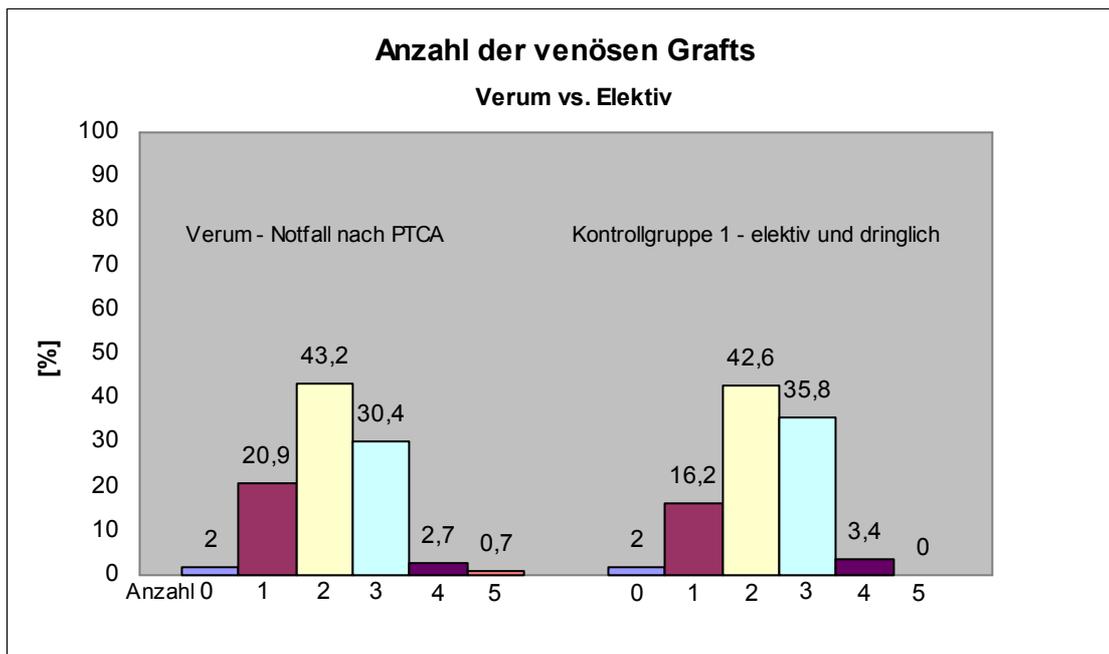
| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|--------|--------------------------------------|--------|---------|---------|
| Verum | 2,13 ± 0,86 | 2 | 0 | 5 |

| | | | | |
|-------------------|-------------|---|---|---|
| elektiv/dringlich | 2,22 ± 0,83 | 2 | 0 | 4 |
|-------------------|-------------|---|---|---|

| | | | | |
|-----------------|-------------|---|---|---|
| Notfall o. PTCA | 2,45 ± 0,84 | 2 | 1 | 4 |
|-----------------|-------------|---|---|---|

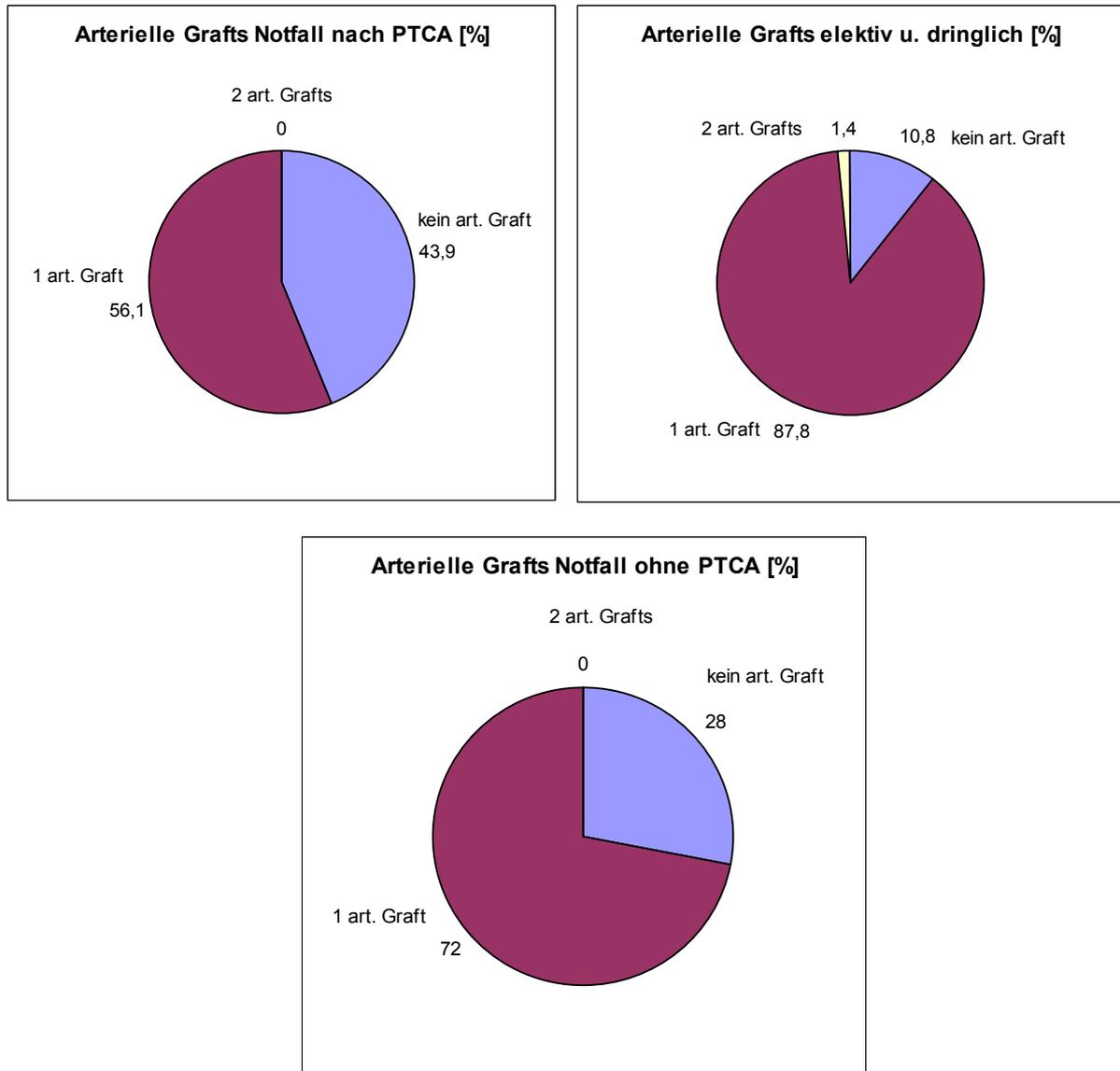
Im Vergleich zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) ergab sich, dass der Gebrauch venöser Grafts statistisch nicht signifikant unterschiedlich war ($p > 0,05$).

Zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) konnte hingegen ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) nachgewiesen werden. Bei den notfallmäßig ohne PTCA operierten Patienten wurden mehr venöse Grafts verwendet als in der Verum-Gruppe mit den Patienten, die eine PTCA im Vorfeld hatten.



Arterielle Grafts:

Die folgenden Grafiken zeigen die Verwendung arterieller Grafts (Mammaria, Radialis) zur Revaskularisation in den drei Gruppen.



Hier wird deutlich, dass bei der Versorgung der notfallmäßig operierten Patienten häufig nicht auf arterielles Graftmaterial zurückgegriffen werden konnte.

Während in Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) 87,8% der Patienten einen arteriellen Bypass erhielten und 1,4% sogar mit zwei Arterien versorgt wurden, konnten bei 43,9% der nach einer PTCA operierten Patienten keine Arterien verwendet werden. Dieser Unterschied stellte sich statistisch als hoch signifikant ($p < 0,05$) heraus.

Auch im Vergleich zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) stellte sich heraus, dass bei Patienten mit einer PTCA im Vorfeld signifikant seltener ($p < 0,05$) ein arterieller Graft verwendet wurde.

Zusammenfassung:

Für den Vergleich zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) stellte sich als signifikant heraus, dass die Patienten der Verum Gruppe eine signifikant kürze Aortenabklemmzeit hatten und wesentlich weniger arterielle Grafts erhielten.

Für den Vergleich zwischen Verum Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) gilt: Auch hier hatten die Patienten der Verum Gruppe die kürzere Aortenabklemmzeit und erhielten weniger arterielle Grafts. Zudem ließ sich hier feststellen, dass in Kontrollgruppe 2 mehr Venenbypässe verwendet wurden als in der Verum-Gruppe.

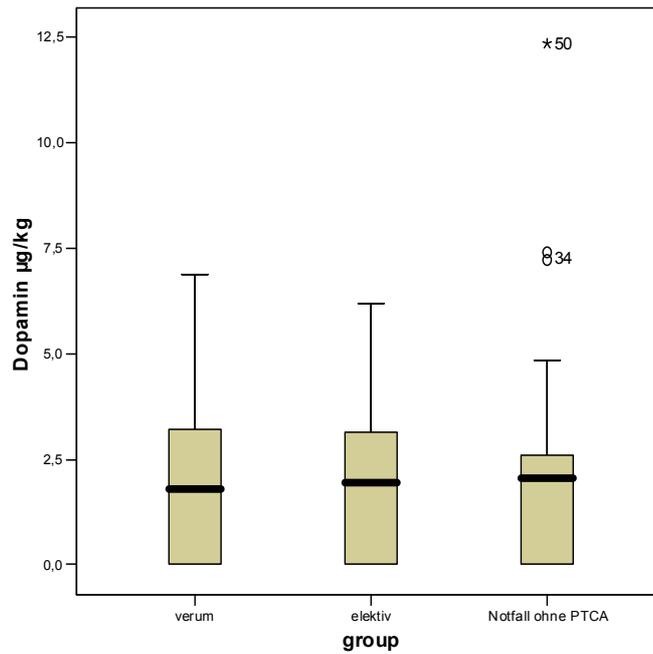
4.3 Postoperative Ergebnisse

Dopamin-Dosierung in $\mu\text{g}/\text{KG}$ Körpergewicht/Minute:

| Gruppe | Mittelwert (\pm Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|--|---------------|----------------|----------------|
| Verum | 1,87 \pm 1,93 | 1,78 | 0 | 6,9 |
| elektiv/dringlich | 1,78 \pm 1,78 | 1,93 | 0 | 6,2 |
| Notfall o. PTCA | 1,94 \pm 1,88 | 2,05 | 0 | 12,3 |

Im Vergleich zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) zeigte sich hinsichtlich der postoperativen Dopamin Dosierung kein signifikanter Unterschied ($p > 0,05$).

Auch der Vergleich der Verum-Gruppe mit Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) fiel in diesem Parameter statistisch nicht signifikant aus ($p > 0,05$).

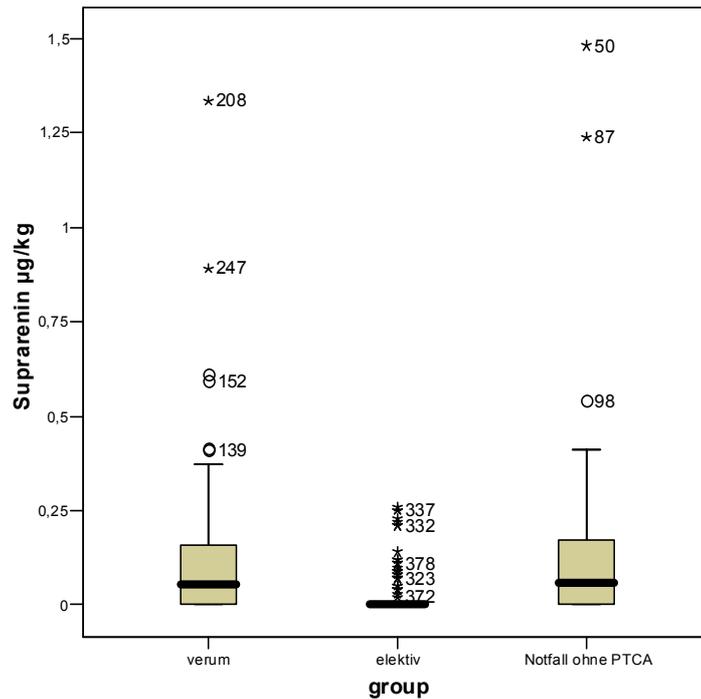


Suprarenin-Dosierung in µg/KG Körpergewicht/Minute:

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|--------------------------------------|--------|---------|---------|
| Verum | 0,11 ± 0,17 | 0,05 | 0 | 1 |
| elektiv/dringlich | 0,02 ± 0,05 | 0 | 0 | 0 |
| Notfall o. PTCA | 0,12 ± 0,21 | 0,06 | 0 | 1 |

In der postoperativen Suprarenin-Dosierung zeigte sich zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) ein hoch signifikanter Unterschied ($p < 0,05$)

Zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) war der Unterschied hingegen nicht signifikant ($p > 0,05$).



Dauer der Katecholamintherapie (Suprarenin) in Stunden:

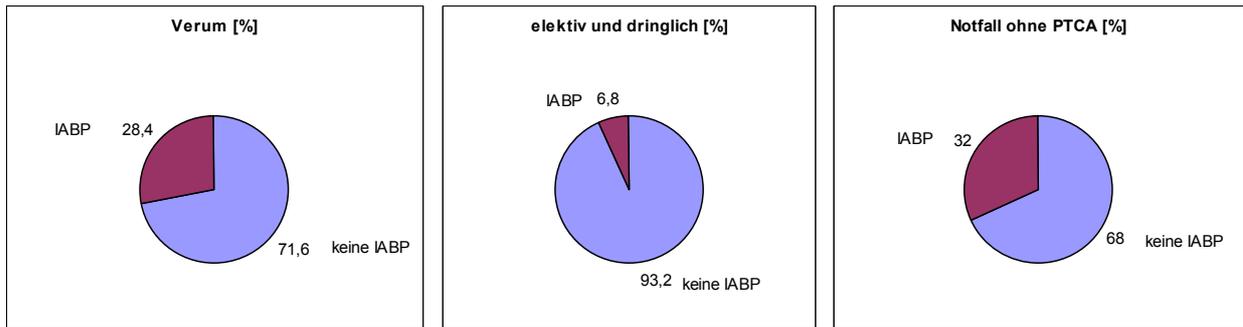
| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|--------------------------------------|--------|---------|---------|
| Verum | 41,88 ± 82,35 | 9 | 0 | 672 |
| elektiv/dringlich | 7,36 ± 23,58 | 0 | 0 | 169 |
| Notfall o. PTCA | 44,84 ± 87,91 | 11,5 | 0 | 497 |

Die Patienten der Verum-Gruppe wurden signifikant länger mit Suprarenin therapiert ($p < 0,05$) als die Patienten aus Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich).

Der Zeitraum der Suprarenin-Therapie unterschied sich zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 nicht signifikant.

IABP postoperativ:

Die folgenden Grafiken zeigen, wie hoch der Anteil der Patienten in den drei Gruppen war, die im postoperativen Verlauf eine IABP implantiert bekamen.



In der Verum-Gruppe musste eine signifikant höhere Anzahl an Patienten ($p < 0,05$) im postoperativen Verlauf mit einer IABP versorgt werden als in Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich).

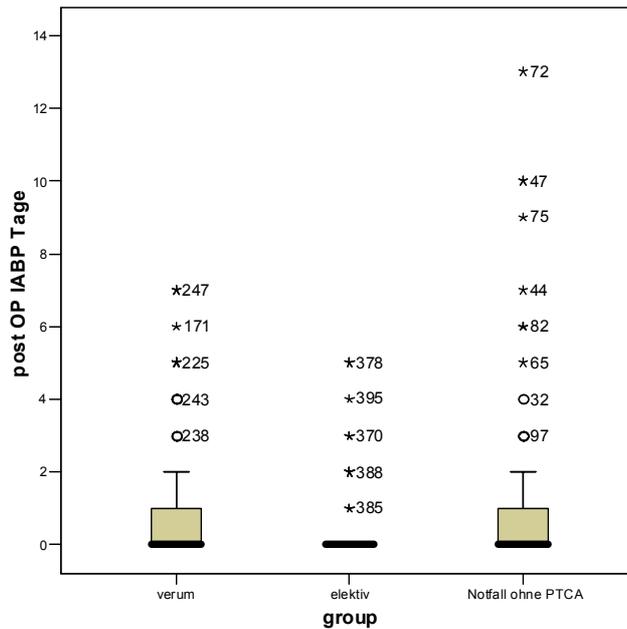
Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) unterschieden sich in diesem Parameter nicht signifikant ($p > 0,05$).

Dauer der IAPB-Implantation in Tagen:

| Gruppe | Mittelwert (\pm Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|---|--------|---------|---------|
| Verum | 0,87 \pm 1,7 | 0 | 0 | 7 |
| elektiv/dringlich | 0,19 \pm 0,79 | 0 | 0 | 5 |
| Notfall o. PTCA | 1,18 \pm 2,28 | 0 | 0 | 13 |

Zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) gab es einen signifikanten Unterschied ($p < 0,05$) für den Zeitraum, in dem eine IABP implantiert war.

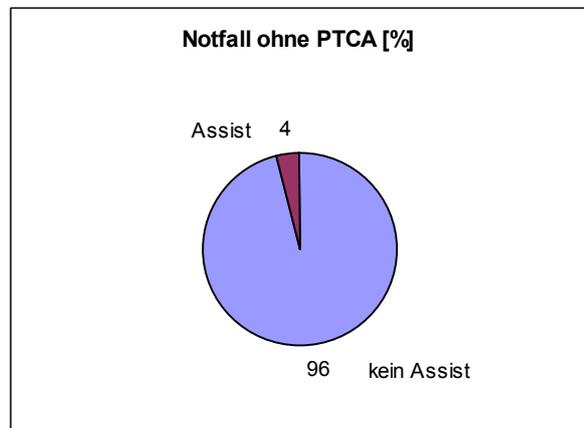
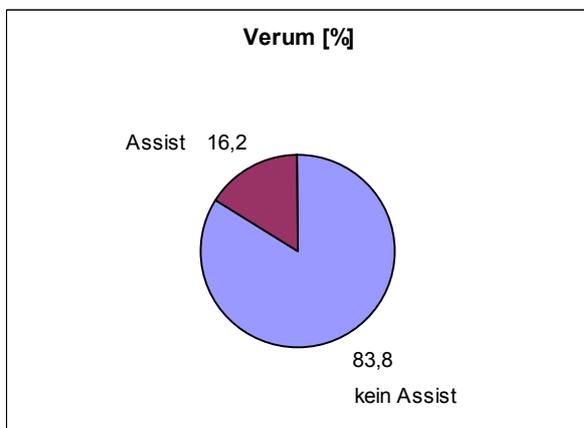
Für Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall nach PTCA) konnte kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden ($p > 0,05$).



Implantation eines Assist-Systems:

In der Verum-Gruppe erhielten von 148 Patienten 24 (16,2%) ein Assist-System zur Kreislaufstabilisierung. In Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) war hingegen in keinem Fall eine entsprechende Maßnahme erforderlich.

In Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) mussten 4 Patienten mit einem Assistsystem versorgt werden. Das waren statistisch signifikant weniger als in der Verum-Gruppe ($p < 0,05$).

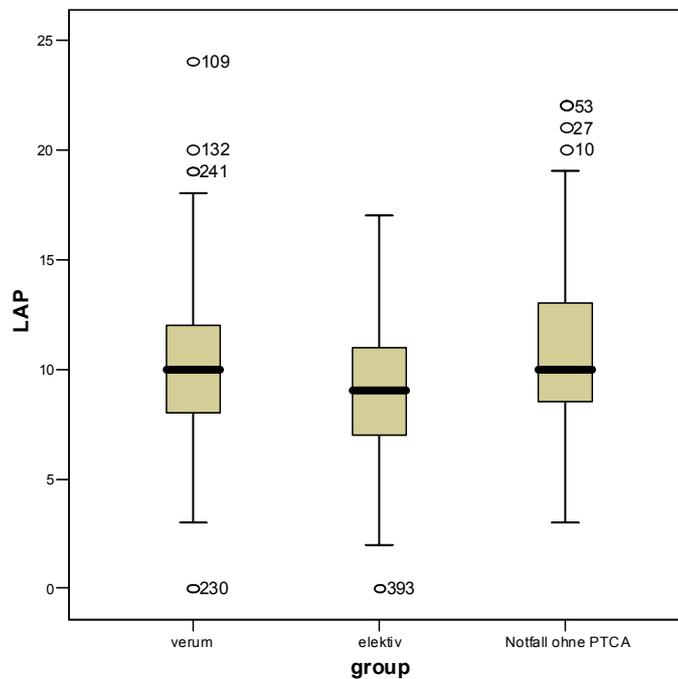


LAP (linksatrialer Druck) in mmHg:

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|--|---------------|----------------|----------------|
| Verum | 10,20 ± 3,98 | 10 | 0 | 24 |
| elektiv/dringlich | 8,75 ± 3,32 | 9 | 0 | 17 |
| Notfall o. PTCA | 10,83 ± 4,21 | 10 | 3 | 22 |

Im statistischen Vergleich von Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) zeigte sich, dass die Patienten der Verum-Gruppe postoperativ einen signifikant höheren linksatrialen Druck hatten ($p < 0,05$).

Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall nach PTCA) unterschieden sich in diesem Parameter hingegen nicht signifikant ($p > 0,05$).

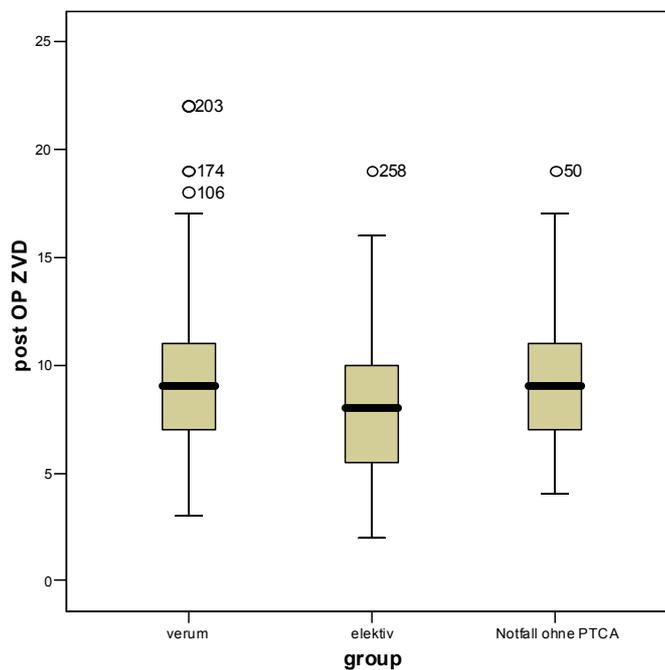


Zentralvenöser Druck (ZVD):

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|--------------------------------------|--------|---------|---------|
| Verum | 9,56 ± 3,83 | 9 | 3 | 22 |
| elektiv/dringlich | 7,80 ± 3,01 | 8 | 2 | 19 |
| Notfall o. PTCA | 9,04 ± 2,84 | 9 | 4 | 19 |

Im statistischen Vergleich zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) zeigte sich, dass die Patienten der Verum-Gruppe einen signifikant höheren ZVD hatten ($p < 0,05$).

Zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) konnte hingegen kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden ($p > 0,05$).

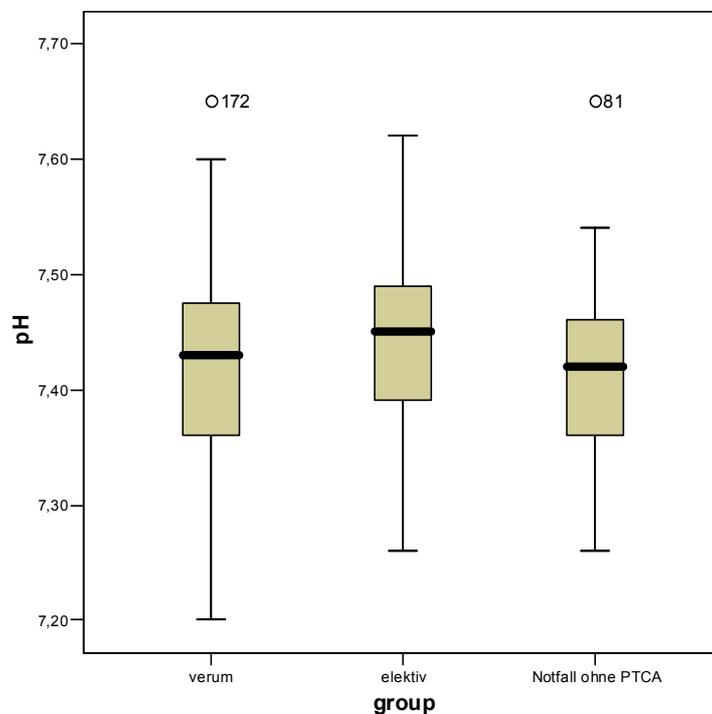


pH-Wert postoperativ:

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|--|---------------|----------------|----------------|
| Verum | 7,42 ± 0,82 | 7,43 | 7,2 | 7,65 |
| elektiv/dringlich | 7,44 ± 0,72 | 7,45 | 7,26 | 7,62 |
| Notfall o. PTCA | 7,41 ± 0,74 | 7,42 | 7,26 | 7,65 |

Im Vergleich des ersten postoperativen pH-Wertes zeigte sich zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$). In beiden Gruppen lagen jedoch sowohl Mittelwert als auch Median im Normbereich von 7,35 - 7,45.

Zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) konnte kein statistisch signifikanter Unterschied nachgewiesen werden ($p > 0,05$). Auch in Kontrollgruppe 2 lagen Mittelwert und Median innerhalb des Normbereiches.



CK-Gesamt und CK-MB (Kreatininkinase):

CK-Gesamt:

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|---|---------------|----------------|----------------|
| Verum | 1659,25 ± 1850,01 | 1067 | 175 | 12457 |
| elektiv/dringlich | 731,13 ± 588,32 | 570,5 | 106 | 4854 |
| Notfall o. PTCA | 1661,77 ± 3193,83 | 847 | 186 | 23162 |

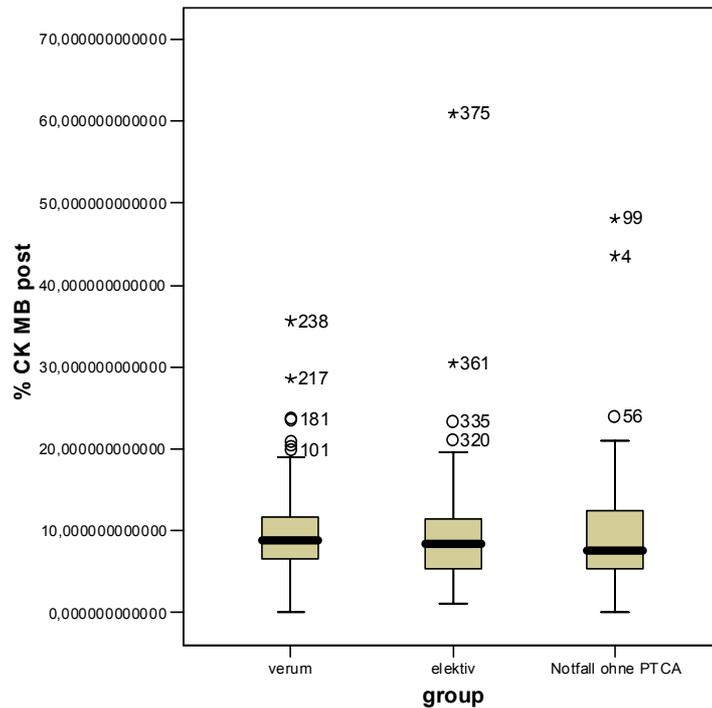
Der statistische Vergleich zeigte, dass die Patienten der Verum-Gruppe im Vergleich zu Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) einen signifikant höheren CK-Gesamt-Wert hatten ($p < 0,05$).

Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) unterschieden sich hinsichtlich des CK-Gesamt-Wertes nicht signifikant ($p > 0,05$).

Anteil der CK-MB an der Gesamt-CK [%]:

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|---|---------------|----------------|----------------|
| Verum | 9,87 ± 5,12 | 9,15 | 0,42 | 35,58 |
| elektiv/dringlich | 9,14 ± 6,31 | 8,41 | 1,01 | 60,92 |
| Notfall o. PTCA | 9,42 ± 6,97 | 7,79 | 1,11 | 48,1 |

Weder im Vergleich von Verum-Gruppe mit Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) noch zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) konnte ein statistisch signifikanter Unterschied im prozentualen MB-Anteil der Gesamt-CK nachgewiesen werden (in beiden Fällen $p > 0,05$).

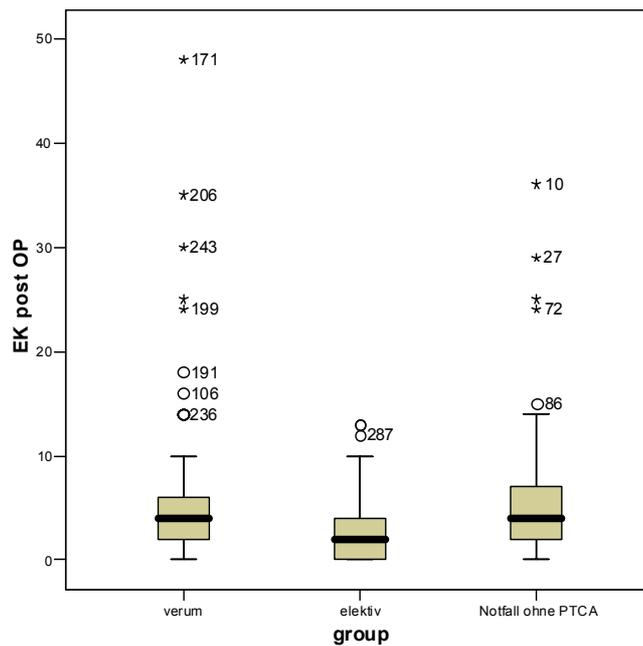


Transfusion von Erythrozytenkonzentrat bis zur Entlassung (Anzahl EK):

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|--------------------------------------|--------|---------|---------|
| Verum | 4,98 ± 6,40 | 4 | 0 | 48 |
| elektiv/dringlich | 2,32 ± 2,77 | 2 | 0 | 13 |
| Notfall o. PTCA | 5,17 ± 5,94 | 4 | 0 | 36 |

Die Patienten der Verum-Gruppe erhielten verglichen mit den Patienten aus Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) in der Zeit bis zur Entlassung signifikant mehr Erythrozytenkonzentrate ($p < 0,05$)

Zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) unterschied sich der Transfusionsbedarf hingegen nicht ($p > 0,05$)



Transfusion von Frischplasma bis zur Entlassung (Anzahl FFP):

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|--|---------------|----------------|----------------|
| Verum | 4,66 ± 7,75 | 3 | 0 | 62 |
| elektiv/dringlich | 1,36 ± 2,78 | 0 | 0 | 20 |
| Notfall o. PTCA | 4,38 ± 7,76 | 3 | 0 | 62 |

Der Transfusionsbedarf an Frischplasma (FFP) war in der Verum-Gruppe signifikant höher ($p < 0,05$) als in Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich).

Zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) war kein signifikanter Unterschied nachweisbar ($p > 0,05$).

Transfusion von Thrombozytenkonzentrat bis zur Entlassung (Anzahl TK):

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|---|---------------|----------------|----------------|
| Verum | 0,2 ± 0,43 | 0 | 0 | 2 |
| elektiv/dringlich | 0,1 ± 0,82 | 0 | 0 | 1 |
| Notfall o. PTCA | 0,27 ± 0,69 | 0 | 0 | 4 |

Die Patienten der Verum-Gruppe erhielten signifikant mehr Thrombozytenkonzentrat ($p < 0,05$) bis zum Zeitpunkt der Entlassung als die Patienten aus Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich). Zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) ergab sich kein signifikanter Unterschied ($p > 0,05$).

Beatmungszeit (in Tagen)

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|---|---------------|----------------|----------------|
| Verum | 3,28 ± 5,72 | 1 | 0 | 41 |
| elektiv/dringlich | 1,27 ± 1,78 | 0,5 | 0,5 | 13 |
| Notfall o. PTCA | 3,49 ± 5,18 | 1 | 0 | 29 |

Die Patienten der Verum-Gruppe wurden verglichen mit Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) postoperativ signifikant länger beatmet ($p < 0,05$). Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) unterschieden sich nicht signifikant hinsichtlich der Beatmungszeit ($p > 0,05$).

Aufenthalt auf der Intensivstation (in Tagen):

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|---|---------------|----------------|----------------|
| Verum | 4,38 ± 6,32 | 2 | 0 | 46 |
| elektiv/dringlich | 2,13 ± 2,42 | 1 | 1 | 15 |
| Notfall o. PTCA | 4,38 ± 5,18 | 2 | 0 | 29 |

Die Patienten der Verum-Gruppe verbrachten signifikant mehr Zeit auf der Intensivstation ($p < 0,05$) als die elektiv und dringlich operierten Patienten aus Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich).

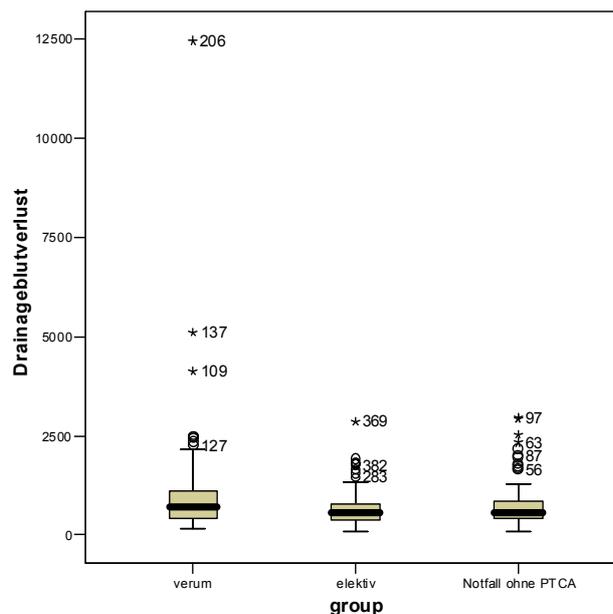
Zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) bestand in diesem Parameter kein signifikanter Unterschied ($p > 0,05$).

Drainageblutverlust (erste 24 Std. in ml):

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|--------------------------------------|--------|---------|---------|
| Verum | 943,71 ± 1196,37 | 700 | 150 | 12440 |
| elektiv/dringlich | 644,36 ± 404,83 | 547,5 | 100 | 2850 |
| Notfall o. PTCA | 746,96 ± 584,15 | 575 | 100 | 2950 |

Die Patienten der Verum-Gruppe hatten in den ersten 24 postoperativen Stunden einen signifikant höheren Blutverlust über die Wunddrainagen ($p < 0,05$) als die Patienten aus Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich).

Zwischen der Verum-Gruppe und den notfallmäßig ohne PTCA operierten Patienten konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p > 0,05$).



Nierenversagen im postoperativen Verlauf:

In der Verum-Gruppe kam es bei 22 Patienten (14,9%) im postoperativen Verlauf zu einem akuten Nierenversagen. In Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) wurden 13 Patienten (8,8%) niereninsuffizient. Statistisch war dieser Unterschied nicht signifikant ($p > 0,05$).

In Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) kam es bei 20 Patienten (20%) zu einem Nierenversagen. Im Vergleich zur Verum-Gruppe zeigte sich auch hier keine signifikante Abweichung ($p > 0,05$).

Dauer der Nierenersatztherapie

| Gruppe | Mittelwert (\pm Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|--|---------------|----------------|----------------|
| Verum | 0,35 \pm 1,46 | 0 | 0 | 14 |
| elektiv/dringlich | 0,17 \pm 0,86 | 0 | 0 | 7 |
| Notfall o. PTCA | 0,76 \pm 2,26 | 0 | 0 | 11 |

Die Dauer der Nierenersatztherapie unterschied sich weder im Vergleich zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) noch zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) signifikant (p in beiden Fällen $> 0,05$).

Viszeralchirurgischen Operation:

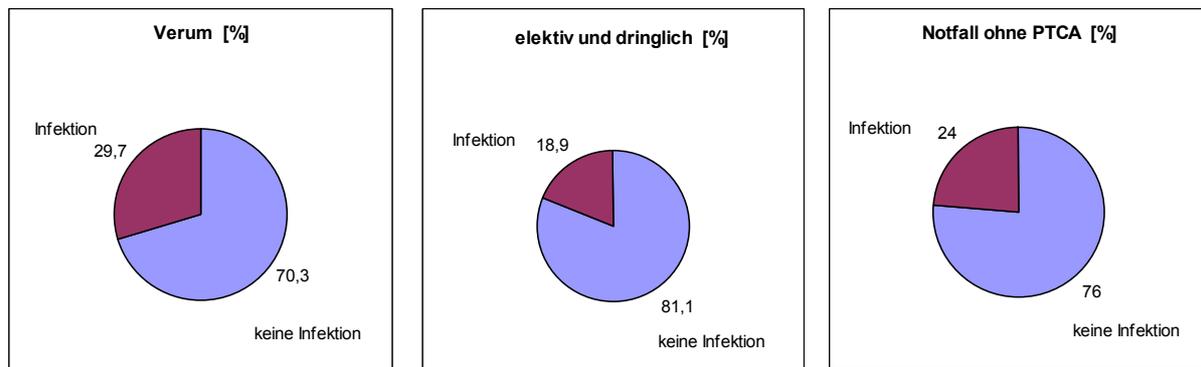
Innerhalb der Verum-Gruppe musste bei 4 von 148 Patienten (2,7%) ein viszeralchirurgischer Eingriff im postoperativen Verlauf durchgeführt werden. In Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) war diese Maßnahme bei keinem Patienten erforderlich.

Bei insgesamt vier von den 100 Patienten (4%) aus Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) war eine Bauchoperation notwendig. Im statistischen Vergleich war das nicht signifikant anders als innerhalb der Verum-Gruppe ($p > 0,05$).

Nosokomiale Infektion im postoperativen Verlauf:

Bei 44 Patienten der Verum-Gruppe (29,7%) kam es im postoperativen Verlauf zu einer Infektion, die antibiotisch behandelt werden musste. In Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich war das bei 28 Patienten (18,9%) der Fall. Damit war die Anzahl der nosokomialen Infektionen innerhalb Verum-Gruppe signifikant größer ($p < 0,05$).

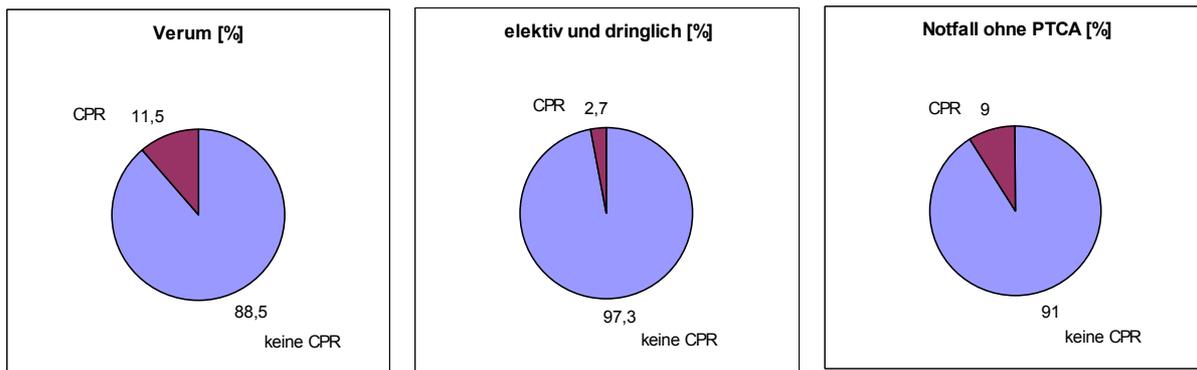
In Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) mussten 24 von 100 Patienten (24%) wegen einer Infektion behandelt werden. Diese Anzahl unterschied sich nicht signifikant von der der Verum-Gruppe ($p > 0,05$).



Kardiopulmonale Reanimation (CPR):

17 Patienten der Verum-Gruppe (11,5%) mussten im postoperativen Verlauf reanimiert werden. In Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) war das signifikant seltener der Fall ($p < 0,05$). Hier wurden nur 4 Patienten (2,7%) reanimationspflichtig.

In Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) mussten 9 Patienten reanimiert werden (9%). Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zur Verum-Gruppe ($p > 0,05$).

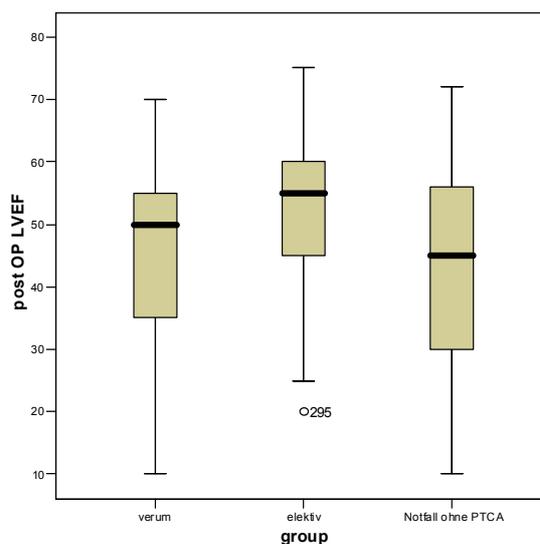


LVEF vor Entlassung:

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|--------------------------------------|--------|---------|---------|
| Verum | 45,44 ± 13,15 | 50 | 10 | 70 |
| elektiv/dringlich | 52,67 ± 10,69 | 55 | 20 | 75 |
| Notfall o. PTCA | 43,42 ± 14,59 | 45 | 10 | 72 |

Im statistischen Vergleich hatten die Patienten der Verum-Grupp eine signifikant geringere linksventrikuläre Ejektionsfraktion als die elektiv und dringlich operierten Patienten aus Kontrollgruppe 1 ($p < 0,05$).

Zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p > 0,05$).



Stationäre Tage:

| Gruppe | Mittelwert (± Standardabweichung) | Median | Minimum | Maximum |
|-------------------|--|---------------|----------------|----------------|
| Verum | 8,69 ± 13,39 | 5 | 0 | 138 |
| elektiv/dringlich | 9,24 ± 10,54 | 6 | 2 | 93 |
| Notfall o. PTCA | 7,68 ± 6,73 | 6 | 0 | 47 |

Weder zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) noch zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) unterschied sich der postoperative stationäre Aufenthalt signifikant (p in beiden Fällen $>0,05$).

Entlassungsart (extubiert, beatmet, verstorben):

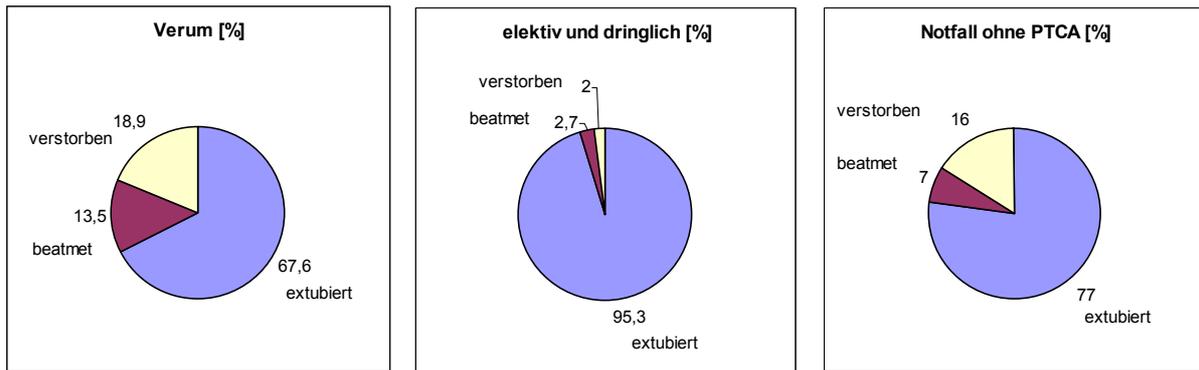
Aus der Verum-Gruppe konnten am Ende der Krankenhausbehandlung 100 Patienten (67,6%) extubiert entlassen werden, während 20 Patienten (13,5%) beatmet verlegt werden mussten. 28 Patienten (18,9%) verstarben während des Krankenhausaufenthaltes.

141 Patienten (96,3%) aus Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) verließen das Krankenhaus extubiert. Vier Patienten (2,7%) waren zum Zeitpunkt der Entlassung noch intubiert, drei Patienten (2%) verstarben im Krankenhaus.

In Kontrollgruppe 2 (Notfall nach PTCA) konnten 77 Patienten (77%) extubiert entlassen werden, während sieben Patienten (7%) zum Zeitpunkt der Verlegung noch beatmet waren. 16 Patienten (16%) verstarben während des Klinikaufenthaltes.

Die Patienten der Verum-Gruppe waren im Vergleich zu Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) zum Zeitpunkt der Verlegung signifikant seltener extubiert und häufiger beatmet ($p<0,05$). Auch die Krankenhaus-Mortalität war signifikant höher ($p<0,05$).

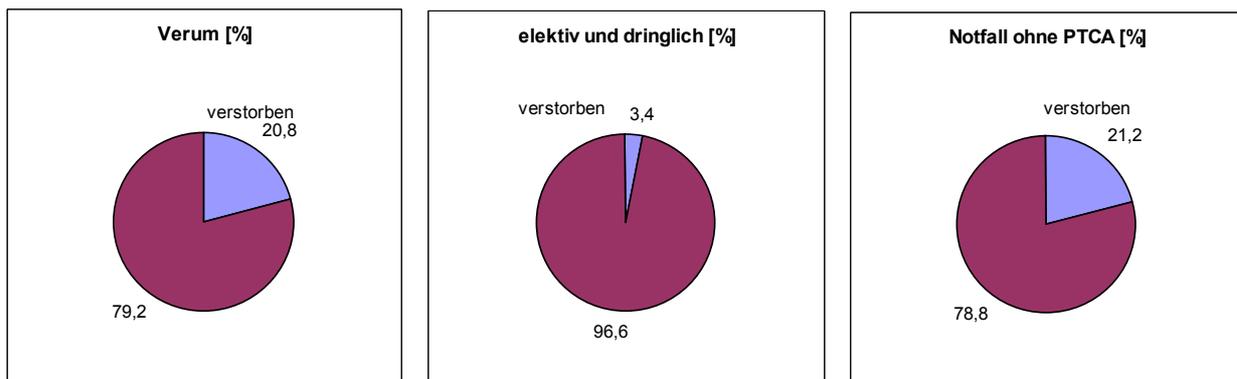
Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) unterschieden sich hinsichtlich der Entlassungsart nicht signifikant voneinander ($p>0,05$)



Status nach 30 Tagen:

Am 30. postoperativen Tag waren in der Verum-Gruppe von 148 Patienten 30 verstorben (20,8%). In Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) war die Mortalitätsrate signifikant geringer ($p < 0,05$). Hier verstarben nur fünf von 148 Patienten (5%). Vier Patienten aus der Verum-Gruppe und zwei Patienten aus Kontrollgruppe 2 konnten zu diesem Zeitpunkt nicht mehr erreicht werden (Überleben deshalb nicht feststellbar).

Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) unterschied sich nicht signifikant von der Verum-Gruppe ($p > 0,05$). Hier verstarben 21 von 100 Patienten (21,2%) bis zum 30. postoperativen Tag. Ein Patient war zu diesem Zeitpunkt nicht mehr zu erreichen, so dass sein Überleben nicht festgestellt werden konnte.



Status nach einem Jahr:

Ein Jahr nach der Operation waren 45 Patienten der Verum-Gruppe verstorben (31,3%), vier Patienten waren zu diesem Zeitpunkt nicht erreichbar (Überleben nicht feststellbar). Aus Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) verstarben innerhalb eines Jahres 10 Patienten (7%).

Das war signifikant weniger als in der Verum-Gruppe ($p < 0,05$). Fünf Patienten konnten nicht mehr erreicht werden.

Aus Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) verstarben 28 der Patienten innerhalb des ersten postoperativen Jahres (28,6%). Hier zeigte sich kein statistisch signifikanter Unterschied zu der Verum-Gruppe ($p > 0,05$). Zwei Patienten aus Kontrollgruppe 2 waren nicht erreichbar und ihr Überleben daher nicht feststellbar.



Zusammenfassung:

Hinsichtlich der postoperativen Parameter stellten sich zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) viele statistisch signifikante Unterschiede heraus.

Die notfallmäßig nach einer PTCA operierten Patienten hatten postoperativ einen höheren Bedarf an Suprenin und erhielten dieses auch über einen längeren Zeitraum hinweg. Sie brauchten postoperativ häufiger und länger eine IABP oder ein Assist-System, hatten einen höheren linksatrialen Druck (LAP) und einen höheren ZVD. Der pH-Wert der Patienten der Verum-Gruppe tendierte häufiger in Richtung Azidose. Bis zum Zeitpunkt der Entlassung brauchten die Patienten der Verum-Gruppe mehr Transfusionen von Erythrozytenkonzentrat, FFP und Thrombozytenkonzentrat, auch der Blutverlust über die Wunddrainagen war signifikant höher. Postoperativ wurden sie länger beatmet und verblieben einen längeren Zeitraum auf der Intensivstation. Auch ein viszeralchirurgischer Zweiteingriff war häufiger erforderlich, ebenso die Behandlung einer nosokomialen Infektion. Wesentlich häufiger wurden die Patienten der Verum-Gruppe im postoperativen Verlauf reanimationspflichtig und hatten eine geringere LVEF. Zum Zeitpunkt der Entlassung waren sie seltener extubiert und wurden häufiger beatmet verlegt. Auch die Mortalität innerhalb des Krankenhauses, in den ersten 30 postoperativen Tagen und innerhalb des ersten Jahres war signifikant höher.

Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) unterschieden sich im postoperativen Verlauf kaum signifikant voneinander. Der einzige Unterschied zeigte sich in der postoperativen Verwendung eines Assist-Systems zur Kreislaufunterstützung. Diese Maßnahme war in der Verum-Gruppe signifikant häufiger notwendig.

5. Diskussion

5.1 ACVB-Operation nach gescheiterter PTCA

Die Angaben in der Literatur über die Inzidenz von PTCA-Zwischenfällen, die eine Bypassoperation erforderlich machen, differieren erheblich. In den Anfangsjahren war ein chirurgisches Eingreifen noch relativ häufig notwendig (3,7-14% der Fälle [63] [64]). In den letzten zehn Jahren ist die Inzidenz schwerer Komplikationen durch die Zunahme an Erfahrung und durch die Weiterentwicklung der Technik rückläufig und liegt zwischen 0,7 und 2,9%. Zu einem großen Anteil ist diese Entwicklung auf die vermehrte Verwendung von Stents zurückzuführen, die ein im Rahmen einer PTCA durch Dissektion oder Perforation verletztes Gefäß stabilisieren können [65-68].

Die Inzidenz von PTCA Zwischenfällen, die ein chirurgisches Eingreifen erfordern, konnte in dieser Studie nicht untersucht werden, da die Herzkatheterinterventionen in anderen Kliniken stattfanden und die Patienten erst in Folge einer Komplikation zur Revaskularisation in das DHZB verlegt wurden.

Trotz der zurückgehenden Inzidenz bleibt die Mortalität und die perioperative Morbidität nach einem notfallmäßigen operativen Eingriff konstant hoch, da zunehmend Patienten mit einem höheren Risikoprofil interventionell therapiert werden. [69] [70]. Während zu Beginn der PTCA- und Stent-Ära großer Wert auf die Möglichkeit eines chirurgischen Backup während der interventionellen Therapie gelegt wurde [71], wird diese heute auch in kleineren Häusern fernab von großen herzchirurgischen Zentren durchgeführt [72] [73].

In den Richtlinien des American College of Cardiology und der American Heart Association (ACC/AHA Guidelines) in der letzten Fassung von 2004 wird beschrieben, wann nach einer fehlgeschlagenen PTCA die Indikation zu einer notfallmäßigen Bypassoperation zu stellen ist:

Klasse 1:

- Eine ACVB-Operation sollte bei anhaltender Ischämie oder drohendem Gefäßverschluss mit signifikanter Gefährdung für den Herzmuskel durchgeführt werden.
- Bei anhaltender hämodynamischer Instabilität.

Klasse 2a:

- Wenn sich ein Fremdkörper an einer kritischen anatomischen Stelle befindet.
- Bei Patienten mit hämodynamischer Instabilität und einer Beeinträchtigung des Gerinnungssystems ohne Sternotomie in der Krankengeschichte.

Klasse 2b:

- Eine ACVB-Operation kann bei hämodynamischer Instabilität, Gerinnungsstörung und vorausgegangener Sternotomie in Betracht gezogen werden.

Klasse 3:

- Eine ACVB-Operation wird nach gescheiterter PTCA nicht empfohlen, wenn die Symptome einer Ischämie fehlen.
- Eine Operation wird ebenfalls nicht empfohlen, wenn aus anatomischen Gründen eine Revaskularisierung nicht Erfolg versprechend ist. [74]

Weitere wichtige PTCA-Komplikationen, die eine Indikation zur notfallmäßigen Bypassoperation darstellen und auch häufig in dieser Studie beobachtet wurden, sind Dissektion und Perforation.

Während des Beobachtungszeitraums war die Anzahl der insgesamt durchgeführten Bypassoperationen leicht rückläufig. Dieser Trend wird auch in der Literatur beschrieben [62, 75, 76]. Ebenfalls rückläufig war der Anteil der notfallmäßig durchgeführten Operationen. Die Anzahl der nach einer PTCA notfallmäßig operierten Patienten schwankte über die drei Jahre dieser Studie leicht, blieb aber ungefähr auf demselben Level konstant.

Allerdings ist der Beobachtungszeitraum dieser Studie mit drei Jahren knapp bemessen, so dass diese Beobachtungen nicht unbedingt repräsentativ sind.

5.2 Risikoeinschätzung einer ACVB-Operation

Um das Risiko einer Bypassoperation einzuschätzen, wurden verschiedene Score-Systeme entwickelt. Anhand verschiedener Parameter wird ein Punktwert errechnet, an dem das Risiko für die perioperative Mortalität und Komplikationen individuell abgemessen werden kann.

Der Cleveland- bzw. Higgins-Score umfasst als Parameter die Notwendigkeit einer Notfallintervention, den Kreatininwert, Mitralinsuffizienz, Operationen in der Vorgeschichte, die LVEF, vorangegangene Katheterinterventionen, Alter, COPD, Anämie, Aortenstenose, Diabetes, zerebrale Ischämie und Körpergewicht [77].

Ein weiteres weit verbreitetes Score-System ist der Euro-Score. Hier werden: Alter, Geschlecht, COPD, periphere AVK, neurologische Funktionsstörung, vorhergegangener Herzchirurgischer Eingriff, Kreatinin, akute Endokarditis, kritischer präoperativer Zustand, instabile Angina, linksventrikuläre Dysfunktion, Z.n. Myokardinfarkt, pulmonale Hypertonie,

Durchführung eines Notfalleingriffs, Notwendigkeit zu einem weiteren herzchirurgischen Eingriff, Operation an der Aorta, sowie Septumruptur nach Infarkt untersucht [78].

Die Parameter des French-Score sind: Alter, chronisches Nierenversagen, LVEF, Verwendung von V.saphena-Grafts, Herzoperation in der Vorgeschichte, Notwendigkeit für einen Eingriff an der Trikuspidalklappe, Kombination von Bypass- und Klappen-Operation sowie kritische Situation des Patienten (z.B. Infarkt, präoperative Beatmung) [79].

Der Parsonnet-Score setzt sich zusammen aus: Geschlecht, Adipositas, Diabetes, Hypertonie, LVEF, Alter, Herzoperation in der Vorgeschichte, präoperative Implantation einer IABP, linksventrikuläres Aneurysma, Notfalleingriff, Notwendigkeit einer Dialyse, kritische Situation des Patienten (z.B. instabile Angina, Furosemid-Therapie), andere seltene Umstände (z.B. Paraplegie, Schrittmacher) und Klappenchirurgie [80].

Der Nutzen und die Zuverlässigkeit dieser Score-Systeme werden in der Literatur kontrovers diskutiert. Baretta et al kamen in einem umfassenden Vergleich zu dem Schluss, dass alle diese Scores wegen einer geringen Spezifität nur bedingt aussagekräftig sind. Als für die klinische Praxis am besten geeignet wird hier der Higgins-Score beschrieben [81]. Der Euro-Score liefert laut Sergeant et al hingegen nur bedingt eine zuverlässige Bewertung, da ein niedriges Risiko über- und ein hohes Risiko unterbewertet wird [82]. Roques et al kamen hingegen zu dem Schluss, dass der Euro-Score recht zuverlässige Einschätzungen ermöglicht [83]. Insgesamt bieten jedoch alle diese Scores die Möglichkeit, in etwa die perioperative Mortalität und Morbidität abzuschätzen [84].

Diese Score-Systeme lassen sich nicht unmittelbar auf diese Studie anwenden. Jedoch finden sich in dieser Studie viele der Parameter wieder, die bei der Risikoeinschätzung eine bedeutende Rolle spielen. So wurden beispielsweise Daten zur hämodynamischen Situation des Patienten, zu akuten kardialen Ereignissen sowie Informationen wie Alter, Geschlecht und vorangehenden Operationen erfasst.

Auffallend ist, dass in allen vier Score-Systemen die Notwendigkeit eines Notfalleingriffes als wesentlicher Risikofaktor beschrieben wird.

5.3 Präoperative Parameter

5.3.1 Alter und Geschlecht als Risikofaktor

Als Risikofaktor für die Koronare Herzkrankheit spielt das Geschlecht eine entscheidende Rolle, pro Jahr erkranken deutlich mehr Männer als Frauen [7]. Wird eine Bypassoperation notwendig, gilt hingegen das weibliche Geschlecht als Risikofaktor für Komplikationen der Operation. Frauen haben statistisch gesehen eine geringere Körpermasse als Männer und demzufolge auch kleinere Koronararterien, deren Größe mit der Körpermasse korreliert. Da jedoch der Gefäßdurchmesser für das Outcome mit entscheidend ist, schneiden Frauen hier etwas schlechter ab [85, 86].

In der Verum-Gruppe dieser Studie wurde eine Geschlechterverteilung von 69,6% Männern und 30,4% Frauen festgestellt, der Vergleich zu den beiden Kontrollgruppen fiel nicht signifikant aus. Andere Autoren berichten einen Frauenanteil von 23% bis 28,9% [72, 87-90] bei notfallmäßig nach einer PTCA operierten Patienten.

Das Alter der Patienten ist ein weiterer wichtiger Risikofaktor, der auch in allen Risiko-Scores zu finden ist. In dieser Studie lag der Altersmedian bei den Patienten, die nach einer PTCA notfallmäßig operiert wurden, bei 66 Jahren (Mittelwert: 65,7) und war damit nicht signifikant verschieden zu den Kontrollgruppen. In der Literatur wird ein mittleres Alter für Patienten nach einer PTCA von 56,4 bis 63 Jahren beschrieben [66, 69, 71-73, 87, 88, 91]. Die Patienten dieser Studie waren damit im Schnitt noch etwas älter, was zu dem Trend passt, dass zunehmend Patienten in höherem Alter und mit größerem Risikoprofil zu einer ACVB-Operation überwiesen werden. Bartram et al stellten fest, dass die Patienten mit fehlgeschlagener PTCA im Vorfeld signifikant jünger waren als diejenigen die direkt bypassoperiert wurden [92]. Diese Beobachtung konnte hier nicht gemacht werden.

5.3.2 Koronare Herzkrankheit und akutes Koronarsyndrom

Wie die statistische Auswertung zeigte, waren die Patienten der Verum-Gruppe signifikant seltener von einer Zwei- oder Dreigefäß-KHK betroffen als die der beiden Kontrollgruppen. Frühere Studien kamen zu ähnlichen Ergebnissen [72, 91-93] [89]. Allerdings sind bei diesen Autoren die Anzahl der Patienten, die lediglich eine Eingefäßerkkrankung aufwiesen deutlich größer (30 bis 53% der Fälle) als in dieser Studie. Hier wiesen innerhalb der Verum-Gruppe nur

9,3% der Patienten eine Eingefäßerkrankung auf. Diese Beobachtungen bestätigen den Trend, dass die Indikation zu einer Herzkatheterintervention zunehmend auf eine größere Patientenklientel auch mit Mehrgefäßerkrankung ausgeweitet wurde.

Betrachtet man die Ergebnisse dieser Studie in dem Kontext der „Nationalen Versorgungsleitlinie chronische KHK“ (NVL) von 2007, in der für eine Mehrgefäßerkrankung eine Bypassoperation empfohlen wird, [6], wird deutlich, dass für den Großteil der Patienten aus der Verum-Gruppe eigentlich eine direkte ACVB-Operation die Therapie der Wahl hätte sein müssen.

Ähnliches gilt für die Diagnose einer Hauptstammstenose, die mit 24,3% bei knapp einem Viertel der Patienten der Verum-Gruppe gestellt wurde. Auch hier sieht die NVL eine Bypassoperation als Therapie der Wahl vor. Vor diesem Hintergrund würde man in der Verum-Gruppe eher einen geringeren Anteil an Patienten mit dieser Diagnose erwarten als in den Kontrollgruppen. In Kontrollgruppe 1 mit den elektiv und dringlich operierten Patienten hatten mit 22,3% sogar noch etwas weniger Patienten eine Hauptstammstenose (p jedoch nicht signifikant). Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) unterschied sich hingegen signifikant von der Verum-Gruppe, hier hatten mit 53% über die Hälfte der Patienten eine Hauptstammstenose.

Ladowski et al [91] beschrieben einen Anteil von 11% an Patienten mit Hauptstammstenose, die notfallmäßig nach einer PTCA bypassoperiert werden mussten. In einer Studie von Bartram et al war hingegen kein Patient, der mit dieser Diagnose nach fehlgeschlagener PTCA operiert wurde. Auch hier zeigt sich die inzwischen erweiterte Indikationsstellung zur invasiven kardiologischen Therapie.

Welche Therapie für Patienten mit einem akuten Koronarsyndrom am besten geeignet ist, hängt unter anderem von dessen Symptomatik, Stadium und der Ausprägung der koronaren Herzerkrankung ab. Für Patienten mit Eingefäß-KHK und einer instabilen Angina pectoris oder einem akuten Infarkt stellen PTCA und Fibrinolyse eine gute Therapieoption dar. Die Möglichkeit zur zeitnahen Durchführung einer Herzkatheterintervention hat in den letzten Jahren zu einem stetigen Rückgang der Infarktmortalität beigetragen [3]. Schwierig zu diskutieren ist in einigen Fällen die Frage, ob bei einem akuten Infarkt eher eine PTCA durchgeführt werden oder ob der Patient gleich zu einer ACVB-Operation überwiesen werden sollte.

In den ACC/AHA-Leitlinien sind einige Kriterien aufgeführt, die die Indikation zu einer Bypassoperation bei Patienten mit akutem Koronarsyndrom beschreiben. Unter anderem wird eine ACVB-Operation bei instabiler Angina mit Hauptstammstenose, Dreigefäßerkrankung, fortbestehender Ischämie, bei fehlender Möglichkeit einer Interventionellen Therapie, nach

fehlgeschlagener PTCA oder Lyse, Septumruptur oder Mitralinsuffizienz empfohlen. Von einer erhöhten Mortalität wird hier insbesondere dann ausgegangen, wenn die Operation innerhalb von 48 Stunden notwendig wird und ein ST-Hebungsinfarkt vorliegt [86]. Auch die Autoren Weiss [94] und Creswell [95] untersuchten den Zusammenhang zwischen Myokardinfarkt und der perioperativen Mortalität bei einer notfallmäßigen Bypassoperation und kamen zu dem Schluss, dass die Sterblichkeit abnimmt, je weiter die Operation hinausgeschoben bzw. je elektiver sie durchgeführt wird.

In dieser Studie bestand das Zeitfenster zwischen Aufnahme und Operation aus 48 Stunden. In der Verum-Gruppe hatten 23,6% der Patienten einen drohenden (NSTEMI) und 62,2% einen akuten Myokardinfarkt (STEMI). Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) unterschied sich in dieser Hinsicht nicht (34% der Patienten mit NSTEMI, 55% mit STEMI). Insofern ist bei diesen beiden Gruppen von einem erheblichen Mortalitätsrisiko auszugehen, was sich bei der Interpretation der postoperativen Ergebnisse auch bestätigte.

Andere Autoren berichten von einer Infarkthäufigkeit für Patienten nach fehlgeschlagener PTCA von 6,4 bis 54% [70] [93] [65] [87] [66] [88] [63].

5.3.3 Biochemische Infarktmarker

Die Auswertung des präoperativen Troponinwerts verhielt sich in der statistischen Auswertung analog zu der Häufigkeit des akuten Koronarsyndroms. Bei der Diagnose dieser Erkrankung spielt der Troponinwert eine entscheidende Rolle und ermöglicht eine Einschätzung des Risikos für den Patienten [96]. Die Patienten aus Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2, die sich in diesem Parameter nicht unterschieden, hatten verglichen mit Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) deutlich erhöhte Troponinwerte. Wenig aussagekräftig erschienen hingegen die präoperativen Werte der Gesamt-CK und ihres prozentualen MB-Anteils. Im Vergleich der Gruppen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Bei einem Myokardinfarkt beträgt nach ca. 6 Stunden der CK-MB-Anteil über 6% der Gesamt-CK, nach 12 bis 18 Stunden kann er bis auf 13% ansteigen. Werte über 25% sprechen für eine CK-BB im Serum oder für eine Makro-CK. Kardiogener Schock, chronische Rechtsherzinsuffizienz, Herzklappendefekte, Herzoperation oder Herzkontusionen können ebenfalls einen erhöhten Wert verursachen [97].

5.3.4 Frühere Interventionen und Operationen

Wie sich eine Stentimplantation auf das Outcome der Patienten dieser Studie auswirkt, ist schwierig zu klären. Auffällig ist, dass in der Verum-Gruppe wesentlich mehr Patienten mit einem Stent versorgt wurden als in beiden Kontrollgruppen. Durch eine akute oder subakute Stentthrombose können einerseits Gefäßverschlüsse entstehen, die eine koronarchirurgische Intervention erst notwendig machen [49, 50]. Andererseits kann die Stentimplantation, wie eingangs beschrieben, PTCA Komplikationen vermeiden, indem etwa ein durch eine Dissektion verschlossenes Gefäß stabilisiert werden kann. Somit ist sie auch am Rückgang dieser Komplikationen beteiligt [65-68]. Da bei den Patienten der Verum-Gruppe im unmittelbaren Vorfeld der Operation eine PTCA durchgeführt wurde, ist es leicht nachvollziehbar, dass diese Patienten verglichen mit den beiden Kontrollgruppen auch signifikant häufiger mit einem Stent versorgt wurden. Auch Yang et al. stellten fest, dass Patienten, die nach einer PTCA notfallmäßig operiert werden mussten, häufiger einen Stent bekommen hatten [65] als solche, die direkt bypassoperiert wurden.

Ein weiterer Faktor, der Operationsrisiko und Outcome mit bestimmen kann, ist eine Thoraxoperation in der Vorgeschichte. Durch mögliche Verwachsungen und Adhäsionen ist ein zweiter chirurgischer Eingriff im selben Operationsgebiet in vielen Fällen erschwert, insbesondere, wenn es sich um eine wiederholte ACVB-Operation handelt. Sowohl der French- als auch der Euro-Score sehen einen vorangegangenen herzchirurgischen Eingriff als einen Risikofaktor an, der das Operationsergebnis beeinflusst. Wie in den ACC/AHA-Richtlinien und auch von anderen Autoren berichtet wird, kann bei einem wiederholten kardiochirurgischen Eingriff das Risiko für die Entwicklung einer Mediastinitis im postoperativen Verlauf erhöht sein [86] [98] und sich damit das Outcome verschlechtern.

Was die Anzahl an Operationen im Thoraxbereich abgesehen von Bypassoperationen anbetrifft, zeigten sich in dieser Studie keine großen Unterschiede zwischen den drei Gruppen.

Zu der Frage nach einer ACVB-Operation zu einem früheren Zeitpunkt in der Krankengeschichte stellte sich allerdings heraus, dass die Patienten der Verum-Gruppe häufiger eine Bypassoperation in der Anamnese hatten (4,7% vs. 3,4% der Fälle). Dieses Ergebnis scheint nicht mit dem Sachverhalt zusammen zu passen, dass die Patienten der Verum-Gruppe einen signifikant geringeren KHK-Grad hatten als diejenigen aus Kontrollgruppe 2. Denn bei einer Ein- oder Zweigefäßerkrankung wird die PTCA gegenüber ACVB-Operation in der Regel bevorzugt.

Andere Autoren berichten, dass 1,6 bzw. 4,4% der Patienten, die sich nach einer PTCA einer notfallmäßigen ACVB-Operation unterziehen mussten, schon früher einmal mit einem Bypass versorgt worden waren [65] [72].

5.3.5 Perforation und Dissektion als Komplikation einer PTCA

Wie oben beschrieben, hat die Entwicklung von Stents eher dazu geführt, Komplikationen wie die Dissektion zu vermeiden. Sehr selten sind Fälle beschrieben, in denen es spontan ohne Manipulation von außen zu einer Gefäßdissektion kommt [99, 100]. Die in dieser Studie beobachteten Dissektionen sind somit am ehesten im Zusammenhang mit einer PTCA zu sehen, zumal sie ausschließlich in der Verum-Gruppe auftraten. Insgesamt wurde bei 39,9% der Patienten aus der Verum-Gruppe eine Dissektion beobachtet.

In der Literatur wird die Koronardissektion als häufige PTCA-Komplikation beschrieben, die eine ACVB-Operation notwendig machen kann. In einem Bericht von Lotfi et al [72] war sie in 44,7% der Fälle sogar der weitaus häufigste Grund hierfür. Andere Autoren berichten von einer Häufigkeit zwischen 46 und 54% bei Patienten, die nach einer PTCA bypassoperiert werden mussten [63, 66, 87, 90]. Damit wurde eine Dissektion innerhalb dieser Studie etwas seltener beobachtet als in der Literatur beschrieben. Dieses Ergebnis ist nicht unerwartet, bedenkt man, dass die Inzidenz der PTCA-Komplikationen in den letzten Jahren stets rückläufig gewesen ist.

Die Koronarperforation ist eine relativ seltene Komplikation der interventionellen Therapie, die jedoch von erheblicher Mortalität und Morbidität begleitet ist [101]. In der Literatur wird für die Perforation eine Inzidenz von 0,2 bis 0,8% beschrieben [102-104].

Innerhalb der Verum-Gruppe dieser Studie hatten 12,8% der Patienten eine Koronarperforation als Komplikation einer PTCA. Andere Autoren berichten von einer Häufigkeit zwischen 6,4 und 20% [66, 72, 88]. Im Gegensatz zur Dissektion kam die Perforation hingegen innerhalb dieser Studie nicht seltener vor als von anderen Autoren in früheren Studien beschrieben. Das könnte dadurch zu erklären sein, dass gerade Patienten mit einer gravierenden Komplikation wie die der Perforation, die innerhalb kurzer Zeit zur hämodynamischen Dekompensation durch eine Perikardtamponade führen kann, in das DHZB als großes kardiochirurgisches Zentrum verlegt werden.

5.3.6 Hämodynamische Situation als Risikofaktor

Als entscheidender Faktor für das Outcome einer Notfalloperation wird die hämodynamische Situation des Patienten diskutiert. Patienten mit kardiogenem Schock und Low-Output-Syndrom scheinen besonders gefährdet zu sein. Lazar et al [105] kamen in einer entsprechenden Studie zu dem Schluss, dass Patienten mit einem hohen präoperativen Bedarf an Katecholaminen wegen hämodynamischer Instabilität eine besonders hohe Mortalität aufweisen. Auch Parsonnet et al [63] stellten fest, dass Patienten im kardiogenen Schock nach fehlgeschlagener PTCA ein besonders schlechtes Outcome zeigten.

Auch in dieser Studie wurden zahlreiche Parameter erfasst, die die hämodynamische Situation der Patienten zum Aufnahmezeitpunkt widerspiegeln. Auf eine Schocksymptomatik können unter anderem hinweisen: Eine niedrige EF, Tachykardie, ein erhöhter ZVD. Daraus kann ein erhöhter Bedarf an Katecholaminen und evtl. die Notwendigkeit zur Implantation einer IABP resultieren.

Im Vergleich zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) stellten sich alle diese Parameter als signifikant unterschiedlich heraus. So hatten die Patienten der Verum-Gruppe eine deutlich geringere EF, waren eher tachykrad und hatten einen höheren ZVD. Plausibel erscheint daher der höhere Bedarf an Katecholaminen und die häufiger durchgeführte Implantation einer IABP. Auch die Notwendigkeit zur kardiopulmonalen Reanimation war innerhalb der Verum-Gruppe häufiger gegeben als in Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich).

In allen Risiko-Scores wird eine geringe LVEF als Risikofaktor aufgeführt, der sich auf das Operationsergebnis auswirkt. Die Patienten der Verum-Gruppe hatten im Mittel eine Ejektionsfraktion von 45% und hatten damit eine etwas schlechtere Ventrikelleistung als die Patienten in ähnlichen Studien (LVEF von 50,6 bis 65%) [63, 66, 87, 106-108]. Die Autoren Lotfi[72] und Carey[71] beschrieben für Patienten nach fehlgeschlagener PTCA einen hohen Katecholaminbedarf. In dieser Studie zeigte sich ein ähnliches Ergebnis. Ladowski et al stellten fest, dass sich eine präoperative Reanimation negativ auf das Patienten-Outcome auswirkt [91].

Wie Christenson et al beschrieben, kann eine präoperative IABP-Implantation dazu führen, das Outcome von Hochrisikopatienten zu verbessern. Die Notwendigkeit dieser Maßnahme nach fehlgeschlagener PTCA sahen andere Autoren zwischen 16 und 37% [105] [109] [106]. Verglichen hierzu erhielten die Patienten der Verum-Gruppe mit 15,5% etwas seltener präoperativ eine IABP. Möglicherweise hätte eine höhere Implantationsrate vor der Verlegung in das herzchirurgische Zentrum das Schicksal der Patienten positiv beeinflusst.

Mit Rückblick auf die Risiko-Score-Systeme und die Schlussfolgerungen der Autoren Lazar und Parsonnet lässt dies eine erhebliche Mortalität innerhalb der Verum-Gruppe erwarten.

Zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) waren die Unterschiede nicht in dem Maße unterschiedlich wie im Vergleich zu Kontrollgruppe 1. Dennoch hatten die Patienten der Verum-Gruppe einen höheren Bedarf an Suprarenin, mussten häufiger reanimiert werden und bekamen öfter eine IABP implantiert. Eine fehlgeschlagene PTCA schien sich hier demnach auf die hämodynamische Situation auszuwirken. Wenn man den Katecholaminbedarf und die kardiopulmonale Reanimation als Risikofaktor für eine Operation diskutiert, ist auch innerhalb der Verum-Gruppe verglichen mit den notfallmäßig ohne PTCA operierten Patienten aus Kontrollgruppe 2 von einer erhöhten Mortalität auszugehen.

Beurteilt man die präoperativen Parameter abschließend, zeigten sich die Patienten der Verum-Gruppe in einem deutlich schlechteren Zustand und mit höherem Risikoprofil als die aus Kontrollgruppe 1. Der Vergleich zu Kontrollgruppe 2 fiel weniger eindeutig aus, doch schnitt auch hier die Verum-Gruppe etwas schlechter ab. Im Großen und Ganzen zeigten die präoperativen Ergebnisse dieser Studie über Patienten, die notfallmäßig bypassoperiert wurden, ähnliche Tendenzen wie sie auch andere Autoren beschrieben.

5.4 Operatives Vorgehen

Die seit 1967 durchgeführte aortocoronare Bypassoperation ist ein hoch standardisierter Routineeingriff. Wird sie hingegen an einem hämodynamisch instabilen Patienten notfallmäßig durchgeführt, stellen sich unter Umständen ganz andere Anforderungen an den Operateur. Das operative Vorgehen kann so beispielsweise hinsichtlich der Anzahl oder der Art der verwendeten Grafts gegenüber einem elektiven Eingriff abweichen, wenn wegen drohender Ischämie nicht das übliche Zeitfenster zur Revaskularisierung zur Verfügung steht.

Als Bypassgraft der ersten Wahl wird in der Regel die A.mammaria verwendet, die vorzugsweise auf den RIVA anastomosiert wird. Studien zufolge liefert dieses Vorgehen die besten Langzeitergebnisse mit einer Offenheitsrate von bis zu 90% nach zehn Jahren [16]. Auch auf das Langzeitüberleben hat die Verwendung der A.mammaria einen positiven Effekt [110]. Im Prinzip ist es möglich, sowohl die linke als auch die rechte A.mammaria zu verwenden, wie

es bei vier Patienten (1,4%) aus Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) zu beobachten war. Allerdings ist dieses Vorgehen eher die Ausnahme, da sich unter anderem das Risiko für Wundinfektionen vergrößert, insbesondere bei Diabetikern [86]. Auch für die Verwendung der A.radialis bzw. der A.epigastrica liegen gute Ergebnisse vor. Wird neben der A.mammaria oder einer anderen Arterie weiteres Graftmaterial benötigt, wird in der Regel auf die V.saphena zurückgegriffen.

5.4.1 Arterielle Grafts

In der Verum-Gruppe konnte nur in 56% der Fälle ein arterieller Graft verwendet werden. Sowohl die Patienten der elektiven als auch die der notfallmäßig operierten Kontrollgruppe erhielten damit signifikant häufiger einen arteriellen Bypass. Damit erscheint das operative Vorgehen in der Verum-Gruppe dringender als in den Vergleichsgruppen, da die Präparation der A.mammaria oder A.radialis ein zeitintensiver Vorgang ist, auf den bei Notfalloperationen gegebenenfalls verzichtet werden muss.

Einige Autoren berichten aus diesem Grund über eine deutlich seltenere Verwendung von arteriellen Bypässen bei Patienten, die nach einer PTCA notfallmäßig operiert werden mussten. Bartram [92] sowie Parsonnet et al [63] berichten von einem Mammaria Gebrauch in lediglich 2,8 bzw. 9% der Fälle. Weitere Autoren beschreiben eine etwas höhere Anzahl von 20 bis 47,6% [16, 69, 111, 112] [106]. Auch Ladowski et al stellten fest, dass die A.mammaria eher bei elektiven Eingriffen und stabilen Patienten verwendet wird und in Notfallsituationen häufig auf ihren Einsatz verzichtet wird [91].

Damit wurde die A.mammaria in dieser Studie häufiger bei notfallmäßigen Operationen verwendet als es andere Autoren vor allem von der frühen PTCA-Ära berichten. Haan et al schrieben in einer groß angelegten Studie, dass in den letzten 10 Jahren der Gebrauch der A.mammaria insbesondere in Notfallsituationen nach einer gescheiterten PTCA stetig zugenommen hat und diese letztlich in über 50% der Fälle eingesetzt wird [70]. Das Ergebnis dieser Studie passt zu dem Trend, auch in kritischen Situationen nicht auf die A.mammaria zu verzichten, da sie insbesondere für das Langzeit-Outcome der Patienten wichtig erscheint. Lazar et al [105] stellten zu dieser Fragestellung fest, dass Patienten, die nach einer notfallmäßigen Bypassoperation verstarben, seltener einen A.mammaria-Bypass erhalten hatten als die Patienten, die die Operation überlebten.

5.4.2 Venöse Grafts

Die Verwendung venöser Grafts stellte sich im Gruppenvergleich zunächst weniger einheitlich dar. Zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) konnte hier kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Berücksichtigt man die Verwendung arterieller Bypässe, dürften die Patienten aus Kontrollgruppe 1 insgesamt etwas mehr Grafts erhalten haben als die der Verum-Gruppe. Diese Beobachtung passt einerseits zu der höheren OP-Dringlichkeit der Patienten nach gescheiterter PTCA, da man sich im Notfall unter Umständen auf eine Revaskularisierung unmittelbar bedrohter Herzmuskelanteile beschränken mag und auf weitere Grafts gegebenenfalls verzichtet. Andererseits könnte auch der signifikant höhere KHK-Grad der elektiv operierten Patienten hierfür verantwortlich sein.

Die Patienten aus Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) erhielten hingegen signifikant mehr venöse Grafts als die Patienten der Verum-Gruppe. Auch hier könnte diese Beobachtung einerseits für eine größere Dringlichkeit zur Revaskularisierung innerhalb der Verum-Gruppe sprechen. Andererseits hatten die Patienten aus Kontrollgruppe 2 ebenfalls einen signifikant höheren KHK-Grad als die der Verum-Gruppe, der hier auch folglich mehr Bypassgrafts erforderlich machte.

Die nach einer PTCA notfallmäßig operierten Patienten dieser Studie erhielten im Durchschnitt 2,1 venöse Grafts. Die Autoren Berger [16], Carey [71] und Lazar [105] kamen in ähnlichen Studien zu genau demselben Ergebnis. Nollert [113], Pelletier [107], Bartram [92], Reinecke [69], Craver [114] sowie Talley [108] et al beschrieben eine Anzahl von venösen distalen Anastomosen von 1,6 bis 2,0 pro Patient. Ladowski [91], Nauenheim [115] und Borkon [112] et al berichten hingegen von 2,2 bis 2,6 venösen Grafts pro Patient im Durchschnitt. Damit liegen die Ergebnisse dieser Studie im Rahmen dessen, was in der Literatur zuvor beschrieben wurde. Haan et al [70] beobachteten den Trend, dass auch bei Patienten nach Herzkatheterkomplikation in kritischem Zustand zunehmend mehr Grafts verwendet werden.

5.4.3 Ischämie-, Bypass- und Operationszeit

Die Aortenabklemmzeit (Ischämiezeit) war innerhalb der Verum-Gruppe mit durchschnittlich 48,01 Minuten signifikant kürzer als in den Vergleichsgruppen. Einerseits kann man diese Beobachtung darauf zurückführen, dass die Patienten der Verum-Gruppe einen signifikant geringeren KHK-Grad hatten und insgesamt weniger Grafts erhielten. Je weniger Anastomosen auf die Koronarien aufgenäht werden müssen, umso kürzer ist prinzipiell auch die Zeit, in der ein

Herzstillstand durch eine Kardioplegie mit abgeklemmter Aorta notwendig ist (Ausnahme: Verzicht auf die Herz-Lungen-Maschine im OPCAB-Verfahren). Andererseits wird in Notfallsituationen, wenn eine Schädigung des Myokards z.B. durch einen Infarkt droht, die Ischämiezeit möglichst kurz gehalten, um schnellstmöglich eine Reperfusion des Ischämieareals zu erreichen. Daher erscheint diese Beobachtung plausibel.

In den meisten der älteren Studien wird von einer deutlich geringeren Ischämiezeit von 25 bis 31,7 Minuten berichtet [91, 92, 105, 106, 113]. Diese Beobachtung passt ebenfalls zu dem von Haan et al beobachteten Trend, auch in Notfallsituationen zunehmend mehr Grafts einzusetzen. Borkon [112] und Nauenheim et al [115] berichten von 44 bzw. 44,9 Minuten Aortenabklemmzeit und zeigen hier ähnliche Ergebnisse wie in der vorliegenden Studie. Möglicherweise erlauben moderne Kardioplegieverfahren wie Blutkardioplegie auch in Notfallsituationen längere Aortenabklemmzeiten.

Der Zeitraum, über den die Patienten an die Herz-Lungen-Maschine angeschlossen waren (Bypasszeit), war in allen drei Gruppen ähnlich. Dass die Patienten der Verum-Gruppe sich hier nicht von Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) unterscheiden, obwohl sie weniger Grafts erhielten und eine kürzere Ischämiezeit hatten, mag darauf zurückzuführen sein, dass sich bei ihnen das Weaning von der Herz-Lungen-Maschine schwieriger gestaltete. Hämodynamische Instabilität und ischämische Infarktareale können hierfür verantwortlich sein. Dass sich Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 hier nicht unterscheiden, erscheint unter diesen Gesichtspunkten nicht im Detail nachvollziehbar.

Mit 116,6 Minuten im Durchschnitt war die Bypasszeit bei den Patienten der Verum-Gruppe deutlich länger als in früheren Studien, in denen 57,1 bis 73,9 Minuten beschrieben werden [71, 92, 106, 113]. Lediglich Nauenheim et al [115] beobachteten mit 100,9 Minuten einen ähnlichen Wert wie in dieser Studie.

Zusammenfassend kann man also feststellen, dass die Patienten der Verum-Gruppe zwar die kürzere Ischämiezeit hatten als die Patienten der beiden Kontrollgruppen, sich aber hinsichtlich der Bypasszeit nicht signifikant unterscheiden. Bartram et al [92] beobachteten in einer ähnlichen Studie dasselbe Phänomen.

Wie auch für die Bypasszeit zeigte sich für die gesamte Operationsdauer kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

Für die Operationszeit gilt, dass bestimmte Vorgänge in Notfallsituationen wie z.B. die Präparation von Graftmaterial und die Aortenabklemmzeit so kurz wie möglich gehalten werden,

um das ischämiebedrohte Myokard so schnell wie möglich zu revaskularisieren. Dass sich dadurch die OP-Zeit insgesamt nicht verkürzt, könnte darauf zurückzuführen sein, dass dafür andere Prozeduren wie etwa die Blutstillung z.B. auf Grund einer präoperativen Antikoagulation der notfallmäßig operierten Patienten mehr Zeit als üblich in Anspruch nehmen.

Abschließend ist festzustellen, dass die Patienten mit einer PTCA im Vorfeld der Operation weniger Bypassgrafts erhielten als beide Kontrollgruppen und eine kürzere Ischämiezeit aufwiesen, obwohl sich OP-Dauer und Bypasszeit glichen. Neben einem geringeren Ausprägungsgrad der KHK könnte diese Beobachtung aus einer höheren OP-Dringlichkeit und einem schlechteren hämodynamischen Zustand der Patienten resultieren.

5.5 Postoperative Parameter

5.5.1 Transfusionsbedarf und Blutverlust

Was den Blutverlust über die Wunddrainagen und den Bedarf an Transfusionen von Blutprodukten insgesamt betraf, zeigten sich im Vergleich zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) keine Unterschiede. Die Patienten aus Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) erhielten hingegen deutlich weniger Transfusionen von sowohl Erythrozyten, Thrombozyten als auch von Frischplasma verglichen mit der Verum-Gruppe. Der Blutverlust über die Wunddrainagen war hier ebenfalls wesentlich geringer.

Ursache dieser Beobachtung könnte sein, dass bei elektiv operierten Patienten eine Therapie mit Antikoagulantien rechtzeitig vor der Operation abgesetzt wurde. Insbesondere bei der Verum-Gruppe ist davon auszugehen, dass während der vorausgegangenen PTCA Thrombozytenfunktionshemmer wie Clopidogrel zum Einsatz kommen. Bei einer vorbekannten KHK und bei einem akuten Koronarsyndrom wird Acetylsalicylsäure (ASS) und evtl. Heparin zur Therapie empfohlen [6, 8]. Da in Verum- und Kontrollgruppe 2 viele Patienten von einem Myokardinfarkt betroffen waren und zudem häufig eine hochgradige KHK aufwiesen, erscheint es nachvollziehbar, dass hier Blutverlust und Transfusionsbedarf höher waren als in der routinemäßig operierten Kontrollgruppe 1. Auch in Folge eines kardiogenen Schocks kann die Blutgerinnung stark beeinträchtigt werden und demzufolge der Transfusionsbedarf erhöht sein.

Moscucci et al [73] machten in einer ähnlichen Studie die Beobachtung, dass bei notfallmäßig nach PTCA operierten Patienten häufiger Blutungskomplikationen auftraten als bei elektiv operierten. Nollert [113] und Parsonnet et al [63] sahen hier hingegen keinen Zusammenhang. Borkon et al [112] beschrieben, dass elektiv operierte Patienten zwar nicht mehr Blut über die Wunddrainagen verloren als notfallmäßig nach PTCA operierte, bei letzteren aber dennoch ein erhöhter Bedarf an Blutprodukten bestand [112].

5.5.2 Hämodynamische Situation im postoperativen Verlauf

Die Unterschiede, die hinsichtlich der hämodynamischen Situation prä- und intraoperativ zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) noch zu beobachten waren, setzten sich im postoperativen Verlauf nicht so deutlich fort. So konnten hier bei diesen beiden Gruppen wenig Unterschiede festgestellt werden. Beide Gruppen hatten einen hohen Katecholaminbedarf. Auch die Notwendigkeit und Dauer einer IABP-Implantation war nicht verschieden. Ebenso unterschieden sich die Parameter ZVD und LAP nicht signifikant, die Aufschluss über die Ventrikelleistung geben können. Auch eine Reanimation war in beiden Gruppen in etwa gleich oft notwendig. Insgesamt scheint die fehlgeschlagene PTCA sich hier nicht auf das unmittelbar postoperative hämodynamische Outcome auszuwirken, da beide Gruppen in etwa gleich schlecht abschnitten. Lediglich die Implantation eines Assist-Systems war in der Verum-Gruppe mit 16,2% deutlich häufiger notwendig als in Kontrollgruppe 2. Warum sich die meisten hämodynamischen Parameter dieser beiden Gruppen glichen, in der Verum-Gruppe dennoch häufiger ein Assist-System zum Einsatz kam, bleibt unklar. Seshadri et al berichten in einer ähnlichen Studie, dass die Implantation eines Assist-Systems in lediglich 1% der Fälle nach gescheiterter PTCA notwendig war, Borkon et al berichten von 2% [112].

Bartram et al verglichen in einer Studie Patienten, die mit instabiler Angina pectoris notfallmäßig bypassoperiert wurden mit einer Gruppe von Patienten, die mit der selben Symptomatik, aber nach einem fehlgeschlagenen PTCA-Versuch ebenfalls notfallmäßig operiert werden mussten [92]. Ähnlich wie in dieser Studie konnten sie keinen Unterschied hinsichtlich Katecholaminbedarf, IABP-Implantation und der Notwendigkeit einer Reanimation feststellen.

Wie auch im präoperativen Verlauf zeigte sich postoperativ ein deutlicher Unterschied zwischen Verum-Gruppe und den elektiv und dringlich operierten Patienten aus Kontrollgruppe 1, die einen deutlich geringeren Katecholaminbedarf hatten und seltener eine IABP benötigten. Auch waren ZVD und LAP signifikant geringer und damit die Ventrikelleistung besser. Eine

Reanimation und die Implantation eines Assist-Systems waren ebenfalls wesentlich seltener notwendig. Andere Autoren kamen in ähnlichen Studien im Vergleich zwischen notfallmäßig nach PTCA und elektiv ohne PTCA operierten Patienten ebenso zu dem Ergebnis, dass bei den Notfallpatienten im postoperativen Verlauf der Bedarf an Katecholaminen erhöht und eine IABP-Implantation häufiger notwendig war [63, 113] [106, 112]. Wie Borkon et al [112] feststellten, kam bei elektiv operierten Patienten ein Assist-System wesentlich seltener zum Einsatz.

Die Tatsache, dass Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) in fast allen diesen Parametern signifikant besser abschneidet als die Verum-Gruppe, die sich jedoch von Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) nicht signifikant unterscheidet, lässt vermuten, dass weniger das Scheitern einer PTCA als die Notwendigkeit einer Notfalloperation für das schlechtere hämodynamische Outcome der Notfallpatienten verantwortlich ist.

5.5.3 Beatmungszeit und Aufenthalt auf der Intensivstation

Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) mussten im postoperativen Verlauf in etwa gleich lang beatmet werden, während die Patienten aus Kontrollgruppe 1 hingegen signifikant früher extubiert werden konnten als die der Verum-Gruppe. Diese Beobachtung erscheint plausibel, wenn man beachtet, dass die Patienten der beiden Notfallgruppen (Verum- und Kontrollgruppe 2) auch präoperativ zum Zeitpunkt der Klinikeinweisung schon gleichermaßen häufig beatmet waren. Eine Extubation ist bei einem hämodynamisch instabilen Patienten, was ja bei diesen beiden Gruppen häufiger der Fall war, nicht ohne weiteres möglich. Nollert et al kamen in einer ähnlichen Studie zu dem Ergebnis, dass es bei Patienten, die nach einer PTCA notfallmäßig operiert wurden, postoperativ häufiger zu einer respiratorischen Insuffizienz kam als in einer Vergleichsgruppe elektiv operierter Patienten [113].

Wie auch die Beatmungszeit war der Aufenthalt auf der Intensivstation bei den beiden Notfallgruppen gleich lang, in Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) hingegen signifikant kürzer als in der Verum-Gruppe. Diese Beobachtung erscheint plausibel, da Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 gleichermaßen lange Katecholamine bekamen, in einem hämodynamisch instabilen Zustand waren und etwa gleich lange beatmet werden mussten. Demzufolge mussten sie auch mehr Zeit als die Patienten aus Kontrollgruppe 1 auf der Intensivstation verbringen, die in allen diesen Parametern besser abschnitten.

5.5.4 Gesamt-CK und prozentualer MB-Anteil

Wie unter den präoperativen Parametern erwähnt, stellen die Gesamt-CK und ihr prozentualer MB-Anteil neben den Troponinen wichtige Marker bei der Diagnose und Verlaufsbeurteilung des akuten Koronarsyndroms dar.

Die Patienten der Verum-Gruppe hatten zwar einen höheren Gesamt-CK-Wert als die Patienten aus Kontrollgruppe 1, jedoch war der Prozentwert des herzspezifischen MB-Anteils nicht signifikant verschieden. Im Vergleich zwischen Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 waren sowohl der Gesamt-CK-Wert als auch der prozentuale MB-Anteil nicht unterschiedlich. In allen drei Gruppen lagen die Werte für den MB-Anteil über 9%. Wie eingangs beschrieben, kann für einen über 6% erhöhten MB-Anteil ein Myokardinfarkt oder eine Herzoperation verantwortlich sein [97]. Da in Kontrollgruppe 1 der MB-Anteil nicht geringer war als innerhalb der Verum-Gruppe, obwohl in dieser präoperativ häufiger ein akutes Koronarsyndrom festgestellt wurde, ist diese Beobachtung am ehesten auf die ACVB-Operation zurückzuführen. Für einen erhöhten MB-Anteil können auch eine Makro-CK oder CK-BB verantwortlich sein, dann müsste man mit einem Wert von über 25% rechnen [97], der in den drei Gruppen jedoch nicht erreicht wurde.

Diesen Beobachtungen zu Folge erscheint die Kreatinkinase für den postoperativen Verlauf dieser Studie nicht besonders aussagekräftig. Um eine gezielte Aussage hinsichtlich eines eventuellen postoperativen Infarktes treffen zu können und um vor diesem Hintergrund den CK-Wert diskutieren zu können, müsste man auf die Auswertung von EKG's zurückgreifen, was in der Durchführung dieser Studie so jedoch nicht möglich war.

5.5.5 Nierenversagen und Nierenersatztherapie

Die Anzahl der Patienten, die im postoperativen Verlauf dialysepflichtig wurden, war im Vergleich der Verum-Gruppe mit den beiden Kontrollgruppen nicht unterschiedlich. Ebenso wenig unterschied sich der Zeitraum, über den in Folge eines Nierenversagens eine Dialysetherapie durchgeführt werden musste.

Diese Ergebnisse erscheinen nicht unbedingt plausibel, wenn man sie vor dem Hintergrund betrachtet, dass in den beiden notfallmäßig operierten Gruppen (Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2) der Blutverlust und der Transfusionsbedarf höher waren und sich die Patienten sowohl prä- als auch postoperativ in einem hämodynamisch schlechteren Zustand befanden als die elektiv und dringlich operierten Patienten. Ein durch eine Blutung entstehender

absoluter oder durch eine Herzinsuffizienz und eine hypotone Kreislaufsituation bedingter relativer Volumenmangel können durch Minderperfusion zu einer Anurie und einem akuten Nierenversagen führen, das eine Dialysetherapie erforderlich macht. Demzufolge wäre für die beiden notfallmäßig operierten Gruppen eine Anurie eher häufiger zu erwarten gewesen. Andererseits spricht die Tatsache, dass eine Nierenversagen dort nicht häufiger auftrat als bei den routinemäßig operierten Patienten, für eine adäquate Therapie mit Flüssigkeit und Blutprodukten.

Einige andere Autoren konnten ebenfalls keinen Unterschied in der Häufigkeit des akuten Nierenversagens bei Notfalloperationen nach gescheiterter PTCA im Vergleich zu elektiv operierten Patienten feststellen [63, 113, 115]. Moscucci et al berichten hingegen, dass bei notfallmäßig nach PTCA operierten Patienten ein akutes Nierenversagen mit Dialysepflichtigkeit häufiger aufgetreten ist als nach einem Routineeingriff.

5.5.6 Störung des Säure-Basen Haushaltes

Bei allen Patienten wird in der Regel unmittelbar nach der Operation auf der Intensivstation durch eine Blutgasanalyse der Säure-Basen-Haushalt untersucht. Um gegebenenfalls weitere Therapiemaßnahmen abzustimmen, ist neben dem pH-Wert die Bestimmung des arteriellen CO₂, des Bikarbonat- und Base-Excess-Wertes notwendig.

In dieser Studie wurde nur der pH-Wert erfasst, um eine Tendenz in Richtung Azidose oder Alkalose abschätzen zu können. Zu der Art der Störung des Säure-Basen Haushaltes kann so keine Aussage gemacht werden. Da die Patienten aber in der Regel intubiert und beatmet auf die Intensivstation verlegt werden, ist eine respiratorische Störung zu diesem Zeitpunkt eher unwahrscheinlich, da diese über eine Steuerung von Atemzugvolumen und Atemfrequenz ausgeglichen werden kann. Von daher ist bei einer Abweichung des ersten postoperativen pH-Wertes eher von einer metabolischen Ursache auszugehen.

Die Verum-Gruppe tendierte verglichen mit den elektiv und dringlich operierten Patienten aus Kontrollgruppe 1 eher in Richtung einer Azidose. Zwischen Verum- und Kontrollgruppe 2 zeigte sich dieser Unterschied hingegen nicht. Demnach schnitten auch hier die beiden notfallmäßig operierten Gruppen etwas schlechter ab.

Grund einer metabolischen Stoffwechselstörung kann zum Beispiel eine Beeinträchtigung der Blutzirkulation und Perfusion durch eine Herz-Kreislaufinsuffizienz sein. In Folge dessen führen saure Stoffwechselendprodukte wie z.B. Laktat zu einer metabolischen Azidose. Da sowohl

Verum- als auch Kontrollgruppe 2 postoperativ eine beeinträchtigte Hämodynamik aufwiesen, die eine Therapie mit Katecholaminen oder einer IABP notwendig machte, erscheint diese Beobachtung plausibel.

5.5.7 Viszeralchirurgische Operation

Eine Ansammlung saurer Stoffwechselendprodukte wie Laktat und eine Minderperfusion können zu einer Ischämie mit Gewebeuntergang in der Darmwand führen. Daraus kann ein paralytischer Ileus resultieren, der ein sofortiges viszeralchirurgisches Eingreifen erforderlich macht.

Im postoperativen Verlauf war eine Laparotomie aus diesem Grund in der Verum-Gruppe signifikant häufiger notwendig als bei den elektiv und dringlich operierten Patienten aus Kontrollgruppe 1. In Kontrollgruppe 2 wurde dieser Eingriff hingegen genau so oft durchgeführt wie innerhalb der Verum-Gruppe.

Demnach präsentierten sich auch bei diesem Parameter die beiden notfallmäßig operierten Gruppen einheitlich. Beachtet man, dass hier neben einer schlechteren Hämodynamik auch häufiger eine metabolische Störung des Säure-Basen Haushaltes im Sinne einer Azidose vorlag, erscheint diese Beobachtung nachvollziehbar.

Lazar et al [105] beobachteten in einer ähnlichen Studie eine intestinale Ischämie nach einer Notfalloperation wegen einer fehlgeschlagenen PTCA wesentlich häufiger bei Patienten, die im postoperativen Verlauf verstarben. Insgesamt wurde hier ein Ileus mit 6,2% deutlich häufiger festgestellt als in der Verum-Gruppe dieser Studie, wo er bei 2,7% der Patienten auftrat.

5.5.8 Nosokomiale Infektion im postoperativen Verlauf

Im postoperativen Verlauf kam es in Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) in etwa genau so häufig zu Infektionen, die antibiotisch behandelt werden mussten. In Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) wurden verglichen mit der Verum-Gruppe hingegen deutlich weniger Infektionen beobachtet. Als Risiko für eine Atemwegsinfektion könnte beispielsweise eine verlängerte maschinelle Beatmung in Betracht kommen, wie sie in den beiden notfallmäßig operierten Gruppen beobachtet wurde.

Mit 29,7% wurde bei knapp einem Drittel der Patienten der Verum-Gruppe eine Infektion festgestellt, auch bei den elektiv operierten Patienten aus Kontrollgruppe 1 kam es bei 18,9%

sehr häufig zu einer Infektion. Um was für eine Infektion es sich im Einzelnen handelt, wurde jedoch nicht erfasst. So sind eventuell auch harmlosere Infektionen, wie leichtere Harnwegsinfekte, die ebenfalls antibiotisch therapiert wurden, genau so berücksichtigt worden wie eine schwere nosokomiale Pneumonie, eine Mediastinitis oder eine Sepsis mit Multiorganversagen. Diese Tatsache könnte für die relativ hohe Anzahl an Infektionen in allen Gruppen mitverantwortlich sein.

5.5.9 Linksventrikuläre Ejektionsfraktion vor der Entlassung

Die Patienten der Verum- und Kontrollgruppe 2 wiesen vor der Entlassung bzw. Verlegung aus dem DHZB eine ähnliche LVEF auf. Die elektiv und dringlich operierten Patienten aus Kontrollgruppe 1 hatten hingegen eine signifikant bessere Ejektionsfraktion als die Patienten der Verum-Gruppe.

Grund für die reduzierte LVEF der beiden notfallmäßig operierten Gruppen könnte zu einem entscheidenden Anteil durch ischämische Infarktareale bedingt sein, da in beiden Gruppen gleichermaßen häufig ein akutes Koronarsyndrom diagnostiziert wurde. Auch die vor der OP gemessene EF war sowohl in der Verum- als auch in Kontrollgruppe 2 nicht signifikant unterschiedlich, jedoch eindeutig geringer als der Wert, der innerhalb der elektiv und dringlich operierten Kontrollgruppe 1 gemessen wurde. Demzufolge erscheint die verminderte EF der beiden notfallmäßig operierten Patientengruppen plausibel.

5.5.10 Anzahl der stationären Tage

Was die Aufenthaltsdauer im DHZB insgesamt anbetrifft, stellten sich weder im Vergleich zwischen Verum- und Kontrollgruppe 1 noch zwischen Verum- und Kontrollgruppe 2 signifikante Unterschiede dar. Auf den ersten Blick erscheint diese Beobachtung widersprüchlich, wiesen doch die Patienten der Verum-Gruppe sowohl prä- als auch postoperativ eine weitaus größere Morbidität auf als die elektiv und dringlich operierten Patienten aus Kontrollgruppe 1. Unter anderem wurden sie länger beatmet, waren länger auf der Intensivstation und hatten mehr Infektionen. Eigentlich würde man demnach eine längere Aufenthaltsdauer erwarten.

Erklärbar wird diese Tatsache mit einem Ausblick auf die im folgenden Abschnitt diskutierte Mortalität. Die Patienten der Verum-Gruppe verstarben signifikant häufiger im Krankenhaus als

die Patienten aus der elektiv und dringlich operierten Kontrollgruppe. Demnach könnte die im Durchschnitt verhältnismäßig kurze Verweildauer der Patienten aus der Verum-Gruppe daraus resultieren, dass einige der Patienten im frühen postoperativen Verlauf bzw. einige sogar noch am Operationstag verstarben, andere hingegen auf Grund von Komplikationen eine lange Aufenthaltsdauer hatten. Unterm Strich resultierte daraus eine fast identische Verweildauer im Krankenhaus.

Für Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA), deren Aufenthaltsdauer ebenso nicht signifikant anders war, gilt die gleiche Argumentation wie für die Verum-Gruppe. Denn hinsichtlich Morbidität und Mortalität zeigte sie sich analog zu dieser.

Für Patienten, die nach einer PTCA notfallmäßig bypassoperiert werden mussten, wird in der Literatur ein Klinikaufenthalt zwischen 7,5 und 14,3 Tagen beschrieben [70] [71, 87, 90, 91, 106, 114]. Die Patienten der Verum-Gruppe dieser Studie wurden im Durchschnitt nach 8,69 Tagen verlegt. Diese Beobachtung liegt damit im unteren Drittel dessen, was bisher beschrieben wurde. Im DHZB werden die Patienten in der Regel nicht nach Hause entlassen, sondern im relativ frühen postoperativen Verlauf in eine kooperierende Klinik verlegt.

Wie auch in dieser Studie, beobachteten Carey [71] und Parsonnet et al [63] ebenfalls keinen Unterschied hinsichtlich des Klinikaufenthaltes zwischen notfallmäßig nach einer PTCA und elektiv operierten Patienten.

5.5.11 Mortalität und Status bei der Entlassung

Bei den elektiv und dringlich operierten Patienten aus Kontrollgruppe 1 lag die Krankenhausmortalität mit 2% deutlich niedriger als innerhalb der Verum-Gruppe. Hier verstarben mit 18,9% ähnlich viele Patienten wie in Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA), in der 16% nicht überlebten.

Auch waren die Patienten aus Kontrollgruppe 1 zum Zeitpunkt der Entlassung wesentlich häufiger extubiert als die der Verum-Gruppe. Hier waren 13,5% der Patienten zum Zeitpunkt der Verlegung noch beatmet. Die Patienten aus Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) präsentierten sich hier ähnlich wie die der Verum-Gruppe.

Betrachtet man die hohe Mortalität in den beiden notfallmäßig operierten Gruppen mit Hinblick auf den schlechten präoperativen Status und die erhöhte postoperative Morbidität, erscheint dieses Ergebnis nachvollziehbar. Beide Gruppen glichen sich in Parametern, die auch laut den Risiko-Scores ein erhöhtes Operationsrisiko bzw. eine erhöhte Mortalität verursachen

können, während sich die elektiv und dringlich operierten Patienten aus Kontrollgruppe 1 hier deutlich von der Verum-Gruppe unterscheiden.

Was die Krankenhausmortalität anbetrifft, kommen andere Autoren zu recht unterschiedlichen Ergebnissen. Haan [70] und Yang et al [65] berichten in etwas neueren Studien von einer Klinikmortalität von 8 bis 16,6% für Patienten, die notfallmäßig nach einer PTCA operiert wurden. In teils älteren Studien reicht die Mortalität von 3,7 bis zu 47% [63, 88, 90, 92, 114] [66, 69, 71, 73]. Allerdings unterscheiden sich diese Studien untereinander deutlich hinsichtlich des Patientenrisikos und der Anzahl an Patienten.

Verglichen mit den Ergebnissen aus der Literatur weisen die Patienten der Verum-Gruppe dieser Studie eine relativ hohe Krankenhausmortalität auf. Diese Beobachtung könnte zu dem Trend passen, dass die Mortalität auf Grund des erhöhten Risikoprofils der Patienten eher zunimmt, wie es Haan et al von 1993 bis 2003 beobachteten. Zudem ist zu beachten, dass alle drei Gruppen dieser Studie Patienten mit einschließen, die in derselben Sitzung an den Herzklappen operiert wurden. Diesem Vorgehen wird ein erhöhtes Risiko zugeschrieben. Der French- und Parsonnet-Score führen einen operativen Eingriff an den Herzklappen, der zeitgleich zu einer ACVB-OP durchgeführt wird, als einen Risikofaktor für ein schlechtes Outcome auf. Auch in den ACC/AHA-Richtlinien wird in der Kombination von Bypass- und Klappenchirurgie ein größeres Operationsrisiko gesehen. Dieses kombinierte Vorgehen wird jedoch zwei einzelnen Eingriffen in der Regel bevorzugt, da bei einer Zweitoperation das Risiko noch etwas größer wäre [74].

Wie eingangs beschrieben, stellt das Alter einen wesentlichen Risikofaktor dar, der für ein schlechtes Outcome mit verantwortlich sein kann. So kann auch die Tatsache, dass die Patienten dieser Studie etwas älter waren als es von anderen Autoren in ähnlichen Studien beschrieben wurde (siehe oben), mit für die vergleichsweise hohe Mortalität verantwortlich sein.

Auch die Sterblichkeit der Patienten aus Kontrollgruppe 1 fiel mit 2% relativ hoch aus. Craver et al beobachteten in einer elektiv operierten Kontrollgruppe eine Klinikmortalität vom 0,8% [114], Borkon et al von 1,1% [112]. Für Kontrollgruppe 1 dieser Studie gilt jedoch, dass sie eben nicht nur elektiv-, sondern auch dringlich operierte Patienten mit einer instabilen Angina pectoris (14,2% der Fälle) beinhaltet und auch hier klappenchirurgische Kombinationseingriffe mit einbezogen wurden. Hinzu kommt, dass das DHZB ein großes Herzchirurgisches Zentrum mit einem überregionalen Einzugsgebiet ist. Von daher ist von einer relativ hohen Anzahl komplexer Fälle auszugehen, die unter Umständen das Outcome beeinflussen können.

Ähnlich wie die Krankenhausmortalität präsentierten sich die Ergebnisse hinsichtlich des postoperativen Überlebens nach 30 Tagen. Während sich Verum- und Kontrollgruppe 2 hier nahezu glichen, wies Kontrollgruppe 1 eine weitaus geringere Mortalität auf als die Verum-Gruppe. In dieser relativ kurzen postoperativen Zeitspanne ist ein Zusammenhang zwischen dem Tod eines Patienten und einer kardialen bzw. operationsbedingten Ursache noch wahrscheinlich. Eine genaue Todesursache wurde bei dieser Studie jedoch nicht erfasst, was die Aussagekraft dieses Parameters schmälert. Während 20,8% der Patienten der Verum-Gruppe am 30. postoperativen Tag schon verstorben waren, berichten andere Autoren von 3 bis 11% [64, 87, 105].

Ähnliches gilt für das Überleben nach einem Jahr. Zu diesem Zeitpunkt lebten noch 68,8 % der Patienten der Verum-Gruppe, ähnlich viele wie in Kontrollgruppe 2, jedoch deutlich weniger als in Kontrollgruppe 1. Auch hier berichten andere Autoren von einer höheren Überlebensrate zwischen 87 und 89% [65, 113]. Auch hier sind ähnliche Ursachen zu diskutieren wie bei der Krankenhausmortalität.

5.6 Schlussfolgerung und Ausblick

Diese Studie zeigt, dass eine Bypassoperation nach fehlgeschlagener PTCA ein gravierendes Risiko bedeutet und dass mit einer erheblichen Mortalität und Morbidität im postoperativen Verlauf gerechnet werden muss.

Wie der Vergleich zu den elektiv und dringlich operierten Patienten aus Kontrollgruppe 1 zeigt, ist ein derartiger Eingriff keinesfalls mit einer Routineoperation vergleichbar. Im postoperativen Verlauf stellten sich zwischen Verum- Gruppe und den notfallmäßig ohne PTCA operierten Patienten aus Kontrollgruppe 2 wenige Parameter als signifikant anders heraus. Diese Beobachtung legt den Schluss nahe, dass das Operationsrisiko für Patienten nach einer fehlgeschlagenen PTCA in etwa dem für Notfalloperationen allgemein entspricht. Diese Studie veranschaulicht noch einmal, dass eine Bypassoperation umso sicherer ist, je elekiver sie durchgeführt wird. Boden et al kamen in einer Studie über das Zeitintervall zwischen einem Myokardinfarkt und einer ACVB-Operation zu einem vergleichbaren Ergebnis [24]. Darwazah et al gaben in einer ähnlich angelegten Studie aus dem Jahr 2009 die Empfehlung, einen Notfalleingriff nach gescheiterter PTCA zwar so schnell wie möglich, aber erst nach einer Periode der Stabilisierung durchzuführen [116].

Hassan et al [93] sahen in einer vorangegangenen PTCA einen unabhängigen Risikofaktor für eine erhöhte Krankenhausmortalität. Diese Schlussfolgerung ließ sich in dieser Studie so nicht nachvollziehen, da das Outcome der Verum-Gruppe (Notfall nach PTCA) dem von Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) glich.

Als Risikofaktoren für ein schlechtes Outcome können demnach in dieser Studie die Notwendigkeit zum Notfalleingriff, eine instabile Angina pectoris und der beeinträchtigte präoperative hämodynamische Zustand diskutiert werden. In den jeweiligen Parametern schnitten die beiden notfallmäßig operierten Gruppen in etwa gleich schlecht ab und unterschieden sich hier deutlich von den elektiv und dringlich operierten Patienten.

Sowohl auf den präoperativen Status als auch auf das operative Vorgehen schien sich das Scheitern des PTCA-Versuchs auszuwirken. So hatten die Patienten der Verum-Gruppe einen höheren Katecholaminbedarf und benötigten vor dem OP-Beginn häufiger eine mechanische Kreislaufunterstützung als die Patienten beider Kontrollgruppen. Auch intraoperativ wiesen sie eine höhere Dringlichkeit auf. So musste innerhalb der Verum-Gruppe häufiger auf arterielle Bypässe verzichtet und die Ischämiezeit kürzer gehalten werden als in Kontrollgruppe 1 und 2.

Um ein konkretes Vorgehen zu empfehlen, müsste sich eine Studie mit einer weiterführenden Fragestellung anschließen. Zu klären wäre hier unter anderem, welche Risikofaktoren die Patienten aufweisen, die verstarben, wie groß der Zeitunterschied zwischen PTCA und Operation tatsächlich war und welche Art von PTCA-Komplikation im Einzelnen aufgetreten ist. Hierzu müsste die Todesursache genau erfasst und eine Risikoanpassung der Patienten durchgeführt werden. Ebenso wäre interessant festzustellen, welche Faktoren für eine unmittelbare operative Intervention sprechen und welche ein Hinauszögern der OP erlauben, um den Eingriff unter einem geringeren Risiko elektiv oder dringlich durchführen zu können. Hierzu wäre eine prospektiv angelegte Studie über einen längeren Zeitraum als drei Jahre mit einer großen Patientenzahl denkbar.

Auch zwei aktuelle, im Jahr 2009 veröffentlichte Studien zu diesem Thema kamen zu ähnlichen Ergebnissen, wie sie in dieser Arbeit beobachtet und diskutiert wurden. Roy et al sahen zwar eine zunehmend geringere Notwendigkeit für notfallmäßige ACVB-Operationen nach einem PTCA-Versuch, beobachteten bei den betreffenden Patienten jedoch eine hohe Krankenhausmortalität von 7,8% [117]. Auch Darwazah et al sahen für betreffende Patienten eine hohe Mortalität und Morbidität, konnten aber, wie auch in dieser Studie festgestellt, zwischen notfallmäßig mit- und ohne PTCA operierten Patienten wenig signifikante

Unterschiede beobachten. Als Konsequenz empfehlen sie eine zügige Operation erst nach einer Stabilisierungsphase des Patienten [116].

6. Zusammenfassung

Durch Zunahme an Erfahrung und die Weiterentwicklung der Technik ist die Indikationsstellung zu einer Herzkatheterintervention (PTCA) in den letzten Jahren ausgeweitet worden. Zunehmend werden Patienten in höherem Alter und mit Mehrgefäßerkrankung erfolgreich behandelt. Auch beim akuten Koronarsyndrom stellt die PTCA mittlerweile häufig die bevorzugte Therapieoption dar. Obwohl die Inzidenz schwerwiegender PTCA-Komplikationen, die eine notfallmäßige Bypassoperation erforderlich machen, in den letzten Jahren stetig rückläufig war, ist weiterhin mit einem sehr hohen perioperativen Risiko für die betreffenden Patienten zu rechnen.

Ziel dieser Arbeit war es festzustellen, in wie weit eine im Vorfeld durchgeführte erfolglose PTCA das Ergebnis einer notfallmäßigen aortokoronaren Bypassoperationen beeinflusst.

Im Zeitraum von 2004 bis 2006 wurden im DHZB insgesamt 5078 Patienten bypassoperiert, davon wurde der Eingriff bei 794 Patienten notfallmäßig vorgenommen. Bei 148 dieser notfallmäßig operierten Patienten wurde innerhalb von 48 Stunden vor dem chirurgischen Eingriff der erfolglose Versuch einer PTCA unternommen, der eine Verlegung in das DHZB erforderlich machte. Diese notfallmäßig nach einer PTCA operierten Patienten wurden zur Verum-Gruppe dieser Studie zusammengefasst und hinsichtlich ihres präoperativen Status, des operativen Vorgehens und hinsichtlich ihres postoperativen Verlaufes untersucht.

Um festzustellen, in wie weit die jeweiligen Parameter mit dem PTCA-Versuch in Zusammenhang stehen, wurde diese Gruppe mit zwei repräsentativen Kontrollgruppen aus Patienten verglichen, die im selben Zeitraum bypassoperiert wurden. Kontrollgruppe 1 setzte sich aus 148 Patienten zusammen, bei denen der Eingriff elektiv oder dringlich vorgenommen wurde. Die 100 Patienten aus Kontrollgruppe 2 wurden ebenfalls notfallmäßig bypassoperiert, jedoch wurde hier zuvor kein PTCA-Versuch unternommen.

Präoperativ zeigten sich die notfallmäßig nach einer PTCA operierten Patienten der Verum-Gruppe in einem deutlich kritischeren Zustand als die elektiv und dringlich operierten aus Kontrollgruppe 1. Die Patienten der Verum-Gruppe hatten wesentlich häufiger einen drohenden (23,6 vs. 14,3%) oder akuten (62,2 vs. 2%) Myokardinfarkt zum Aufnahmezeitpunkt, hatten jedoch seltener eine Mehrgefäßerkrankung. Auch waren sie häufiger zu einem früheren Zeitpunkt schon einmal mit einem Stent versorgt worden. Die präoperative LVEF war in der

Verum-Gruppe signifikant geringer (45,01 vs. 53,14), der Bedarf an Katecholaminen höher (Suprarenin: 20,9 vs. 0%) und die Implantation einer Ballonpumpe (IABP) war häufiger erforderlich (15,5 vs. 0%). In einer größeren Anzahl der Fälle musste eine kardiopulmonale Reanimation durchgeführt werden (18,2 vs. 0%). Bei der Klinikaufnahme war häufiger eine künstliche Beatmung notwendig (18,9 vs. 0%) als in Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich), eine größere Anzahl an Patienten war tachykard und hatte einen höheren ZVD. Auch der präoperative Wert für Troponin war in der Verum-Gruppe höher als in Kontrollgruppe 1.

Im Vergleich zwischen Verum- und Kontrollgruppe 2 waren die Unterschiede weniger deutlich ausgeprägt. Die Anzahl der Patienten mit einem akuten oder drohenden Infarkt unterschied sich hier nicht signifikant. Die Patienten der Verum-Gruppe waren auch hier seltener von einer Mehrgefäßerkrankung und einer Hauptstammstenose betroffen. Wesentlich häufiger hatten sie zu einem früheren Zeitpunkt einen Stent bekommen, waren jedoch seltener schon einmal mit einem Bypass versorgt worden. Präoperativ bestand in der Verum-Gruppe ein höherer Bedarf an Suprarenin (20,9 vs. 11%), auch eine IABP musste häufiger implantiert werden (15,5 vs. 6%). Eine kardiopulmonale Reanimation musste in der Verum-Gruppe häufiger durchgeführt werden (18,2 vs. 8%).

Im Vergleich der intraoperativen Parameter hatten die Patienten der Verum-Gruppe eine wesentlich kürzere Aortenabklemmzeit (48,01 vs. 59,83 Min.) und bekamen signifikant weniger arterielle Grafts (kein arterieller Graft in 43,9 vs. 10,8%) als die elektiv und dringlich operierten Patienten aus Kontrollgruppe 1. Die Operationsdauer, die Bypasszeit sowie die Verwendung venöser Grafts waren nicht signifikant unterschiedlich.

Auch im Vergleich zu Kontrollgruppe 2 hatten die Patienten der Verum-Gruppe eine kürzere Aortenabklemmzeit (48,01 vs. 55 Min.) und bekamen ebenfalls weniger arterielle Grafts (kein arterieller Graft in 43,9 vs. 28%). Passend zum höheren KHK-Grad bekamen die Patienten aus Kontrollgruppe 2 mehr venöse Bypässe.

Im postoperativen Verlauf zeigten sich im Vergleich der Verum-Gruppe mit den elektiv und dringlich operierten Patienten aus Kontrollgruppe 1 viele signifikante Unterschiede heraus. Die notfallmäßig nach einer PTCA operierten Patienten hatten postoperativ einen höheren Bedarf an Suprarenin (0,11 vs. 0,02mg/kg/min) und erhielten dieses auch über einen längeren Zeitraum hinweg. Sie brauchten postoperativ häufiger und länger eine IABP (28,4 vs. 6,8%) oder ein Assist-System (16,2 vs. 0%), hatten einen höheren linksatrialen Druck (LAP) und einen höheren

ZVD. Der pH-Wert der Patienten der Verum-Gruppe tendierte häufiger in Richtung Azidose. Bis zum Zeitpunkt der Entlassung brauchten die Patienten der Verum-Gruppe mehr Transfusionen von Blutprodukten, auch der Blutverlust über die Wunddrainagen war signifikant höher. Postoperativ wurden sie länger beatmet (3,28 vs. 1,27 Tage) und verblieben einen längeren Zeitraum auf der Intensivstation (4,38 vs. 2,13 Tage). Auch ein viszeralchirurgischer Zweiteingriff war häufiger erforderlich (2,7 vs. 0%), ebenso die Behandlung einer nosokomialen Infektion. Wesentlich häufiger wurden die Patienten der Verum-Gruppe im postoperativen Verlauf reanimationspflichtig (11,5 vs. 2,7%) und hatten eine geringere LVEF (45,44 vs. 52,67%). Zum Zeitpunkt der Entlassung waren sie seltener extubiert und häufiger noch beatmet. Die Mortalität innerhalb des Krankenhauses (18,9 vs. 2%), bis zum ersten 30. postoperativen Tag (20,8 vs. 3,4%) und innerhalb des ersten Jahres (31,3 vs. 7%) war signifikant höher.

Verum-Gruppe und Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) unterschieden sich im postoperativen Verlauf kaum voneinander. Der einzige statistisch signifikante Unterschied zeigte sich in der postoperativen Verwendung eines Assist-Systems zur Kreislaufunterstützung (16,2 vs. 4%). Diese Maßnahme war in der Verum-Gruppe signifikant häufiger notwendig.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass bei Patienten, die nach einer PTCA notfallmäßig bypassoperiert werden müssen mit erheblichen Komplikationen und einer hohen Mortalität gerechnet werden muss. Der Vergleich von Verum- und Kontrollgruppe 1 (elektiv und dringlich) legt den Schluss nahe, dass ein derartiger notfallmäßiger Eingriff keinesfalls mit einer Routineoperation vergleichbar ist.

Im Vergleich mit Kontrollgruppe 2 (Notfall ohne PTCA) präsentierten sich die Patienten der Verum-Gruppe im präoperativen Verlauf etwas dringlicher, da sie einen höheren Katecholaminbedarf hatten und häufiger eine mechanische Kreislaufunterstützung benötigten. Auch das operative Vorgehen bei der einer Bypassoperation nach einer PTCA-Komplikation schien etwas dringlicher zu sein als bei den ohne PTCA im Vorfeld operierten Patienten, da in der Verum-Gruppe häufiger auf arterielle Bypässe verzichtet und die Ischämiezeit kürzer gehalten wurde. Die Morbidität und das Mortalitätsrisiko waren jedoch bei den in Folge einer PTCA-Komplikation operierten Patienten genau so hoch wie bei denjenigen, die aus einem anderen Grund notfallmäßig operiert wurden. Eine Bypassoperation scheint demnach umso sicherer zu sein, je elektiver sie durchgeführt wird.

7. Literaturverzeichnis

1. Bundesamt für Statistik, *Sterbefälle nach den 10 häufigsten Todesursachen insgesamt und nach Geschlecht 2005*. 2006.
2. Bundesamt für Statistik, *Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Koronare Herzkrankheit und akuter Myokardinfarkt*. 2006.
3. Keeley, E.C. and L.D. Hillis, *Primary PCI for myocardial infarction with ST-segment elevation*. N Engl J Med, 2007. **356**(1): p. 47-54.
4. Zheng, Z.J., J.B. Croft, W.H. Giles, et al., *Sudden cardiac death in the United States, 1989 to 1998*. Circulation, 2001. **104**(18): p. 2158-63.
5. Libby, P. and P. Theroux, *Pathophysiology of coronary artery disease*. Circulation, 2005. **111**(25): p. 3481-8.
6. Donner-Banzhoff, N., *Nationale Versorgungsleitlinie Chronische KHK*. 2007.
7. Meyer, J., *Leitlinie: Koronare Herzkrankheit / Angina Pectoris, Deutsche Gesellschaft für Kardiologie - Herz - und Kreislaufforschung*. Z Kardiol, 1998.
8. Hamm, C.W., *Leitlinien: Akutes Koronarsyndrom (ACS), Teil 1: ACS ohne persistierende ST-Hebung*. Z Kardiol, 2004. **93**(1): p. 72-90.
9. Roskamm, H., F.J. Neumann, D. Kalusche, et al., *Herzkrankheiten*. 5 ed. 2004: Springer-Verlag. 1373. ISBN 3-540-40149-0
10. Grech, E.D., *ABC of interventional cardiology: percutaneous coronary intervention. I: history and development*. Bmj, 2003. **326**(7398): p. 1080-2.
11. Cannon, C.P., W.S. Weintraub, L.A. Demopoulos, et al., *Comparison of early invasive and conservative strategies in patients with unstable coronary syndromes treated with the glycoprotein IIb/IIIa inhibitor tirofiban*. N Engl J Med, 2001. **344**(25): p. 1879-87.
12. Hamm, C.W., *Leitlinien: Akutes Koronarsyndrom (ACS), Teil 2: Akutes Koronarsyndrom mit ST-Hebung*. Z Kardiol, 2004. **93**(4): p. 324-341.
13. Sergeant, P., B. Meyns, P. Wouters, et al., *Long-term outcome after coronary artery bypass grafting in cardiogenic shock or cardiopulmonary resuscitation*. J Thorac Cardiovasc Surg, 2003. **126**(5): p. 1279-86.
14. Favaloro, R.G., *Saphenous vein autograft replacement of severe segmental coronary artery occlusion: operative technique*. Ann Thorac Surg, 1968. **5**(4): p. 334-9.

15. Sergeant, P., E. Lesaffre, W. Flameng, et al., *Internal mammary artery: methods of use and their effect on survival after coronary bypass surgery*. Eur J Cardiothorac Surg, 1990. **4**(2): p. 72-8.
16. Berger, A., P.A. MacCarthy, U. Siebert, et al., *Long-term patency of internal mammary artery bypass grafts: relationship with preoperative severity of the native coronary artery stenosis*. Circulation, 2004. **110**(11 Suppl 1): p. II36-40.
17. Suma, H., H. Tanabe, A. Takahashi, et al., *Twenty years experience with the gastroepiploic artery graft for CABG*. Circulation, 2007. **116**(11 Suppl): p. I188-91.
18. Khot, U.N., D.T. Friedman, G. Pettersson, et al., *Radial artery bypass grafts have an increased occurrence of angiographically severe stenosis and occlusion compared with left internal mammary arteries and saphenous vein grafts*. Circulation, 2004. **109**(17): p. 2086-91.
19. Bourassa, M.G., M. Enjalbert, L. Campeau, et al., *Progression of atherosclerosis in coronary arteries and bypass grafts: ten years later*. Am J Cardiol, 1984. **53**(12): p. 102C-107C.
20. Kroncke, G.M., P. Kosolcharoen, J.A. Clayman, et al., *Five-year changes in coronary arteries of medical and surgical patients of the Veterans Administration Randomized Study of Bypass Surgery*. Circulation, 1988. **78**(3 Pt 2): p. I144-50.
21. Henry, M.M. and J.N. Thompson, *Clinical Surgery*. Second edition ed. 2005. ISBN 0702027197, Elsevier Saunders
22. Filsoufi, F., P.B. Rahmanian, J.G. Castillo, et al., *Results and predictors of early and late outcome of coronary artery bypass grafting in patients with severely depressed left ventricular function*. Ann Thorac Surg, 2007. **84**(3): p. 808-16.
23. Shapira, O.M., C.T. Hunter, E. Anter, et al., *Coronary artery bypass grafting in patients with severe left ventricular dysfunction--early and mid-term outcomes*. J Card Surg, 2006. **21**(3): p. 225-32.
24. Boden, W.E., *Is it time to reassess the optimal timing of coronary artery bypass graft surgery following acute myocardial infarction?* Am J Cardiol, 2002. **90**(1): p. 35-8.
25. Wieneke, H., D. Bose, M. Haude, et al., *[Coronary stents. From a simple idea to a medical high-tech device]*. Med Klin (Munich), 2005. **100**(8): p. 505-11.
26. Gruntzig, A.R., A. Senning and W.E. Siegenthaler, *Nonoperative dilatation of coronary-artery stenosis: percutaneous transluminal coronary angioplasty*. N Engl J Med, 1979. **301**(2): p. 61-8.

27. Dotter, C.T. and M.P. Judkins, *Transluminal Treatment of Arteriosclerotic Obstruction. Description of a New Technic and a Preliminary Report of Its Application*. *Circulation*, 1964. **30**: p. 654-70.
28. Lee, G., R.M. Ikeda, J.A. Joye, et al., *Evaluation of transluminal angioplasty of chronic coronary artery stenosis. Value and limitations assessed in fresh human cadaver hearts*. *Circulation*, 1980. **61**(1): p. 77-83.
29. Kent, K.M., L.G. Bentivoglio, P.C. Block, et al., *Long-term efficacy of percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA): report from the National Heart, Lung, and Blood Institute PTCA Registry*. *Am J Cardiol*, 1984. **53**(12): p. 27C-31C.
30. Bourassa, M.G., J.W. Wilson, K.M. Detre, et al., *Long-term follow-up of coronary angioplasty: the 1977-1981 National Heart, Lung, and Blood Institute registry*. *Eur Heart J*, 1989. **10 Suppl G**: p. 36-41.
31. King, S.B., 3rd, W. Yeh, R. Holubkov, et al., *Balloon angioplasty versus new device intervention: clinical outcomes. A comparison of the NHLBI PTCA and NACI registries*. *J Am Coll Cardiol*, 1998. **31**(3): p. 558-66.
32. van Domburg, R.T., D.P. Foley, P.J. de Feyter, et al., *Long-term clinical outcome after coronary balloon angioplasty: identification of a population at low risk of recurrent events during 17 years of follow-up*. *Eur Heart J*, 2001. **22**(11): p. 934-41.
33. Nobuyoshi, M., T. Kimura, H. Nosaka, et al., *Restenosis after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty: serial angiographic follow-up of 229 patients*. *J Am Coll Cardiol*, 1988. **12**(3): p. 616-23.
34. Holmes, D.R., Jr., R.E. Vlietstra, H.C. Smith, et al., *Restenosis after percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA): a report from the PTCA Registry of the National Heart, Lung, and Blood Institute*. *Am J Cardiol*, 1984. **53**(12): p. 77C-81C.
35. Vallbracht, C., F.J. Roth and A.L. Strauss, *Interventionelle Gefäßtherapie*. 1 ed. 2002: Steinkopff Darmstadt. 457.
36. Rousseau, H., J. Puel, F. Joffre, et al., *Self-expanding endovascular prosthesis: an experimental study*. *Radiology*, 1987. **164**(3): p. 709-14.
37. Prasad, A., C.S. Rihal, R.J. Lennon, et al., *Trends in outcomes after percutaneous coronary intervention for chronic total occlusions: a 25-year experience from the Mayo Clinic*. *J Am Coll Cardiol*, 2007. **49**(15): p. 1611-8.
38. Neuhaus, K.L., *Qualitätssicherung bei Koronararteriendilatation*. *Deutsches Ärzteblatt*, 1996. **51-52**: p. A-3393 - A-3395.

39. Nordmann, A.J., P. Hengstler, B.M. Leimenstoll, et al., *Clinical outcomes of stents versus balloon angioplasty in non-acute coronary artery disease. A meta-analysis of randomized controlled trials*. Eur Heart J, 2004. **25**(1): p. 69-80.
40. Nebeker, J.R., R. Virmani, C.L. Bennett, et al., *Hypersensitivity cases associated with drug-eluting coronary stents: a review of available cases from the Research on Adverse Drug Events and Reports (RADAR) project*. J Am Coll Cardiol, 2006. **47**(1): p. 175-81.
41. Spaulding, C., J. Daemen, E. Boersma, et al., *A pooled analysis of data comparing sirolimus-eluting stents with bare-metal stents*. N Engl J Med, 2007. **356**(10): p. 989-97.
42. Bavry, A.A., D.J. Kumbhani, T.J. Helton, et al., *Late thrombosis of drug-eluting stents: a meta-analysis of randomized clinical trials*. Am J Med, 2006. **119**(12): p. 1056-61.
43. Nordmann, A.J., M. Briel and H.C. Bucher, *Mortality in randomized controlled trials comparing drug-eluting vs. bare metal stents in coronary artery disease: a meta-analysis*. Eur Heart J, 2006. **27**(23): p. 2784-814.
44. Stone, G.W., J.W. Moses, S.G. Ellis, et al., *Safety and efficacy of sirolimus- and paclitaxel-eluting coronary stents*. N Engl J Med, 2007. **356**(10): p. 998-1008.
45. Kastrati, A., J. Mehilli, J. Pache, et al., *Analysis of 14 trials comparing sirolimus-eluting stents with bare-metal stents*. N Engl J Med, 2007. **356**(10): p. 1030-9.
46. Eisenstein, E.L., K.J. Anstrom, D.F. Kong, et al., *Clopidogrel use and long-term clinical outcomes after drug-eluting stent implantation*. Jama, 2007. **297**(2): p. 159-68.
47. Belardi, J.A., F. Cura, M. Albertal, et al., *Use of drug-eluting stents for the treatment of in-stent restenosis in routine clinical practice*. Coron Artery Dis, 2005. **16**(5): p. 327-30.
48. Fukutomi, T., T. Suzuki, J.J. Popma, et al., *Early and late clinical outcomes following coronary perforation in patients undergoing percutaneous coronary intervention*. Circ J, 2002. **66**(4): p. 349-56.
49. Jeremias, A., B. Sylvia, J. Bridges, et al., *Stent thrombosis after successful sirolimus-eluting stent implantation*. Circulation, 2004. **109**(16): p. 1930-2.
50. Biondi-Zoccai, G.G., G.M. Sangiorgi, A. Chieffo, et al., *Validation of predictors of intraprocedural stent thrombosis in the drug-eluting stent era*. Am J Cardiol, 2005. **95**(12): p. 1466-8.
51. Kim, C.K., C. Beom Park, U. Jin, et al., *Entrapment of Guidewire in the Coronary Stent during Percutaneous Coronary Intervention*. Thorac Cardiovasc Surg, 2006. **54**(6): p. 425-426.
52. Setoyama, T., Y. Furukawa, M. Abe, et al., *Acute pleuropericarditis after coronary stenting: a case report*. Circ J, 2006. **70**(3): p. 358-61.

53. Stabile, E., E. Escolar, G. Weigold, et al., *Marked malapposition and aneurysm formation after sirolimus-eluting coronary stent implantation*. *Circulation*, 2004. **110**(5): p. e47-8.
54. Shiraishi, S., K. Kusuhara, A. Iwakura, et al., *Surgical treatment of coronary artery aneurysm after percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA)*. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 1997. **38**(3): p. 217-21.
55. Kaufmann, B.A., C. Kaiser, M.E. Pfisterer, et al., *Coronary stent infection: a rare but severe complication of percutaneous coronary intervention*. *Swiss Med Wkly*, 2005. **135**(33-34): p. 483-7.
56. Hannan, E.L., M.J. Racz, G. Walford, et al., *Long-term outcomes of coronary-artery bypass grafting versus stent implantation*. *N Engl J Med*, 2005. **352**(21): p. 2174-83.
57. Van de Werf, F., D. Ardissino, A. Betriu, et al., *Management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. The Task Force on the Management of Acute Myocardial Infarction of the European Society of Cardiology*. *Eur Heart J*, 2003. **24**(1): p. 28-66.
58. van Domburg, R.T., J.J. Takkenberg, L.J. Noordzij, et al., *Late outcome after stenting or coronary artery bypass surgery for the treatment of multivessel disease: a single-center matched-propensity controlled cohort study*. *Ann Thorac Surg*, 2005. **79**(5): p. 1563-9.
59. Hannan, E.L., C. Wu, G. Walford, et al., *Drug-eluting stents vs. coronary-artery bypass grafting in multivessel coronary disease*. *N Engl J Med*, 2008. **358**(4): p. 331-41.
60. Javaid, A., D.H. Steinberg, A.N. Buch, et al., *Outcomes of coronary artery bypass grafting versus percutaneous coronary intervention with drug-eluting stents for patients with multivessel coronary artery disease*. *Circulation*, 2007. **116**(11 Suppl): p. I200-6.
61. Carr, J.A., B.E. Haithcock, G. Paone, et al., *Long-term outcome after coronary artery bypass grafting in patients with severe left ventricular dysfunction*. *Ann Thorac Surg*, 2002. **74**(5): p. 1531-6.
62. Poyen, V., M. Silvestri, P. Labrunie, et al., *Indications of coronary angioplasty and stenting in 2003: what is left to surgery?* *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 2003. **44**(3): p. 307-12.
63. Parsonnet, V., D. Fisch, I. Gielchinsky, et al., *Emergency operation after failed angioplasty*. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1988. **96**(2): p. 198-203.
64. Killen, D.A., W.R. Hamaker and W.A. Reed, *Coronary artery bypass following percutaneous transluminal coronary angioplasty*. *Ann Thorac Surg*, 1985. **40**(2): p. 133-8.

65. Yang, E.H., R.J. Gumina, R.J. Lennon, et al., *Emergency coronary artery bypass surgery for percutaneous coronary interventions: changes in the incidence, clinical characteristics, and indications from 1979 to 2003*. J Am Coll Cardiol, 2005. **46**(11): p. 2004-9.
66. Seshadri, N., P.L. Whitlow, N. Acharya, et al., *Emergency coronary artery bypass surgery in the contemporary percutaneous coronary intervention era*. Circulation, 2002. **106**(18): p. 2346-50.
67. Lindsay, J., M.K. Hong, E.E. Pinnow, et al., *Effects of endoluminal coronary stents on the frequency of coronary artery bypass grafting after unsuccessful percutaneous transluminal coronary vascularization*. Am J Cardiol, 1996. **77**(8): p. 647-9.
68. Herrmann, H.C., M. Buchbinder, M.W. Clemen, et al., *Emergent use of balloon-expandable coronary artery stenting for failed percutaneous transluminal coronary angioplasty*. Circulation, 1992. **86**(3): p. 812-9.
69. Reinecke, H., T. Fetsch, N. Roeder, et al., *Emergency coronary artery bypass grafting after failed coronary angioplasty: what has changed in a decade?* Ann Thorac Surg, 2000. **70**(6): p. 1997-2003.
70. Haan, C.K., S. O'Brien, F.H. Edwards, et al., *Trends in emergency coronary artery bypass grafting after percutaneous coronary intervention, 1994-2003*. Ann Thorac Surg, 2006. **81**(5): p. 1658-65.
71. Carey, J.A., S.W. Davies, R. Balcon, et al., *Emergency surgical revascularisation for coronary angioplasty complications*. Br Heart J, 1994. **72**(5): p. 428-35.
72. Lotfi, M., K. Mackie, V. Dzavik, et al., *Impact of delays to cardiac surgery after failed angioplasty and stenting*. J Am Coll Cardiol, 2004. **43**(3): p. 337-42.
73. Moscucci, M., M. O'Donnell, D. Share, et al., *Frequency and prognosis of emergency coronary artery bypass grafting after percutaneous coronary intervention for acute myocardial infarction*. Am J Cardiol, 2003. **92**(8): p. 967-9.
74. Eagle, K.A., R.A. Guyton, R. Davidoff, et al., *ACC/AHA 2004 guideline update for coronary artery bypass graft surgery: summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1999 Guidelines for Coronary Artery Bypass Graft Surgery)*. Circulation, 2004. **110**(9): p. 1168-76.
75. Dinh, D.T., G.A. Lee, B. Billah, et al., *Trends in coronary artery bypass graft surgery in Victoria, 2001-2006: findings from the Australasian Society of Cardiac and Thoracic Surgeons database project*. Med J Aust, 2008. **188**(4): p. 214-7.

76. Hawkes, A.L., M. Nowak, B. Bidstrup, et al., *Outcomes of coronary artery bypass graft surgery*. *Vasc Health Risk Manag*, 2006. **2**(4): p. 477-84.
77. Higgins, T.L., F.G. Estafanous, F.D. Loop, et al., *Stratification of morbidity and mortality outcome by preoperative risk factors in coronary artery bypass patients. A clinical severity score*. *Jama*, 1992. **267**(17): p. 2344-8.
78. Nashef, S.A., F. Roques, P. Michel, et al., *European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE)*. *Eur J Cardiothorac Surg*, 1999. **16**(1): p. 9-13.
79. Roques, F., F. Gabrielle, P. Michel, et al., *Quality of care in adult heart surgery: proposal for a self-assessment approach based on a French multicenter study*. *Eur J Cardiothorac Surg*, 1995. **9**(8): p. 433-9; discussion 439-40.
80. Parsonnet, V., D. Dean and A.D. Bernstein, *A method of uniform stratification of risk for evaluating the results of surgery in acquired adult heart disease*. *Circulation*, 1989. **79**(6 Pt 2): p. I3-12.
81. Baretta, R., N. Pannek, J.P. Knecht, et al., *Risk stratification scores for predicting mortality in coronary artery bypass surgery*. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2002. **50**(4): p. 237-46.
82. Sergeant, P., E. de Worm and B. Meyns, *Single centre, single domain validation of the EuroSCORE on a consecutive sample of primary and repeat CABG*. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2001. **20**(6): p. 1176-82.
83. Roques, F., S.A. Nashef, P. Michel, et al., *Does EuroSCORE work in individual European countries?* *Eur J Cardiothorac Surg*, 2000. **18**(1): p. 27-30.
84. Immer, F., J. Habicht, K. Nessensohn, et al., *Prospective evaluation of 3 risk stratification scores in cardiac surgery*. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2000. **48**(3): p. 134-9.
85. O'Connor, N.J., J.R. Morton, J.D. Birkmeyer, et al., *Effect of coronary artery diameter in patients undergoing coronary bypass surgery. Northern New England Cardiovascular Disease Study Group*. *Circulation*, 1996. **93**(4): p. 652-5.
86. Eagle, K.A., R.A. Guyton, R. Davidoff, et al., *ACC/AHA 2004 guideline update for coronary artery bypass graft surgery: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1999 Guidelines for Coronary Artery Bypass Graft Surgery)*. *Circulation*, 2004. **110**(14): p. e340-437.
87. Barakate, M.S., P.G. Bannon, C.F. Hughes, et al., *Emergency surgery after unsuccessful coronary angioplasty: a review of 15 years' experience*. *Ann Thorac Surg*, 2003. **75**(5): p. 1400-5.

88. Loubeyre, C., M.C. Morice, B. Berzin, et al., *Emergency coronary artery bypass surgery following coronary angioplasty and stenting: results of a French multicenter registry*. Catheter Cardiovasc Interv, 1999. **47**(4): p. 441-8.
89. Connor, A.R., R.E. Vlietstra, H.V. Schaff, et al., *Early and late results of coronary artery bypass after failed angioplasty. Actuarial analysis of late cardiac events and comparison with initially successful angioplasty*. J Thorac Cardiovasc Surg, 1988. **96**(2): p. 191-7.
90. Cowley, M.J., G. Dorros, S.F. Kelsey, et al., *Emergency coronary bypass surgery after coronary angioplasty: the National Heart, Lung, and Blood Institute's Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty Registry experience*. Am J Cardiol, 1984. **53**(12): p. 22C-26C.
91. Ladowski, J.S., T.A. Dillon, W.P. Deschner, et al., *Durability of emergency coronary artery bypass for complications of failed angioplasty*. Cardiovasc Surg, 1996. **4**(1): p. 23-7.
92. Bartram, U., T. Wahlers, H. Aebert, et al., *Coronary artery bypass grafting after failed percutaneous angioplasty compared to direct coronary bypass grafting in patients with unstable angina*. Thorac Cardiovasc Surg, 1996. **44**(1): p. 31-4.
93. Hassan, A., K.J. Buth, R.J. Baskett, et al., *The association between prior percutaneous coronary intervention and short-term outcomes after coronary artery bypass grafting*. Am Heart J, 2005. **150**(5): p. 1026-31.
94. Weiss, E.S., D.D. Chang, D.L. Joyce, et al., *Optimal timing of coronary artery bypass after acute myocardial infarction: a review of California discharge data*. J Thorac Cardiovasc Surg, 2008. **135**(3): p. 503-11, 511 e1-3.
95. Creswell, L.L., M.J. Moulton, J.L. Cox, et al., *Revascularization after acute myocardial infarction*. Ann Thorac Surg, 1995. **60**(1): p. 19-26.
96. Morrow, D.A., C.P. Cannon, R.L. Jesse, et al., *National Academy of Clinical Biochemistry Laboratory Medicine Practice Guidelines: Clinical characteristics and utilization of biochemical markers in acute coronary syndromes*. Circulation, 2007. **115**(13): p. e356-75.
97. Charité - Universitätsmedizin Berlin, Z.f.L.u.P., *Referenzwerte und Interpretation der CK-MB*. Accessed 17.02.09.
98. *Risk factors for deep sternal wound infection after sternotomy: a prospective, multicenter study*. J Thorac Cardiovasc Surg, 1996. **111**(6): p. 1200-7.
99. Maeder, M., P. Ammann, W. Angehrn, et al., *[Spontaneous coronary artery dissection as a rare cause of an acute coronary syndrome]*. Z Kardiol, 2002. **91**(11): p. 951-5.

100. Maeder, M., P. Ammann, W. Angehrn, et al., *Idiopathic spontaneous coronary artery dissection: incidence, diagnosis and treatment*. Int J Cardiol, 2005. **101**(3): p. 363-9.
101. Eggebrecht, H., A. Ritzel, C. von Birgelen, et al., *Acute and long-term outcome after coronary artery perforation during percutaneous coronary interventions*. Z Kardiol, 2004. **93**(10): p. 791-8.
102. Shirakabe, A., H. Takano, S. Nakamura, et al., *Coronary perforation during percutaneous coronary intervention*. Int Heart J, 2007. **48**(1): p. 1-9.
103. Stankovic, G., D. Orlic, N. Corvaja, et al., *Incidence, predictors, in-hospital, and late outcomes of coronary artery perforations*. Am J Cardiol, 2004. **93**(2): p. 213-6.
104. Gunning, M.G., I.L. Williams, D.E. Jewitt, et al., *Coronary artery perforation during percutaneous intervention: incidence and outcome*. Heart, 2002. **88**(5): p. 495-8.
105. Lazar, H.L., A.K. Jacobs, G.S. Aldea, et al., *Factors influencing mortality after emergency coronary artery bypass grafting for failed percutaneous transluminal coronary angioplasty*. Ann Thorac Surg, 1997. **64**(6): p. 1747-52.
106. Ferguson, T.B., Jr., L.H. Muhlbaier, D.L. Salai, et al., *Coronary bypass grafting after failed elective and failed emergent percutaneous angioplasty. Relative risks of emergent surgical intervention*. J Thorac Cardiovasc Surg, 1988. **95**(5): p. 761-72.
107. Pelletier, L.C., A. Pardini, J. Renkin, et al., *Myocardial revascularization after failure of percutaneous transluminal coronary angioplasty*. J Thorac Cardiovasc Surg, 1985. **90**(2): p. 265-71.
108. Talley, J.D., W.S. Weintraub, G.S. Roubin, et al., *Failed elective percutaneous transluminal coronary angioplasty requiring coronary artery bypass surgery. In-hospital and late clinical outcome at 5 years*. Circulation, 1990. **82**(4): p. 1203-13.
109. Edwards, F.H., R.F. Bellamy, J.R. Burge, et al., *True emergency coronary artery bypass surgery*. Ann Thorac Surg, 1990. **49**(4): p. 603-10; discussion 610-1.
110. Loop, F.D., B.W. Lytle, D.M. Cosgrove, et al., *Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events*. N Engl J Med, 1986. **314**(1): p. 1-6.
111. Golding, L.A., F.D. Loop, J.L. Hollman, et al., *Early results of emergency surgery after coronary angioplasty*. Circulation, 1986. **74**(5 Pt 2): p. III26-9.
112. Borkon, A.M., T.L. Failing, J.M. Piehler, et al., *Risk analysis of operative intervention for failed coronary angioplasty*. Ann Thorac Surg, 1992. **54**(5): p. 884-90; discussion 890-1.

113. Nollert, G., J. Amend, C. Detter, et al., *Coronary artery bypass grafting after failed coronary angioplasty: risk factors and long-term results*. Thorac Cardiovasc Surg, 1995. **43**(1): p. 35-9.
114. Craver, J.M., W.S. Weintraub, E.L. Jones, et al., *Emergency coronary artery bypass surgery for failed percutaneous coronary angioplasty. A 10-year experience*. Ann Surg, 1992. **215**(5): p. 425-33; discussion 433-4.
115. Naunheim, K.S., A.C. Fiore, D.C. Fagan, et al., *Emergency coronary artery bypass grafting for failed angioplasty: risk factors and outcome*. Ann Thorac Surg, 1989. **47**(6): p. 816-22; discussion 822-3.
116. Darwazah, A.K., I. Islim, B. Hanbali, et al., *Emergency coronary artery bypass surgery after failed percutaneous coronary intervention*. J Cardiovasc Surg (Torino), 2009. **50**(6): p. 795-800.
117. Roy, P., A. de Labriolle, N. Hanna, et al., *Requirement for emergent coronary artery bypass surgery following percutaneous coronary intervention in the stent era*. Am J Cardiol, 2009. **103**(7): p. 950-3.

8. Abkürzungsverzeichnis

| | |
|----------------|---|
| A. | Arteria |
| ACVB | Aorto-Coronarer-Venen-Bypass |
| ANV | akutes Nierenversagen |
| AVK | arterielle Verschlusskrankheit |
| BMS | bare metal stent |
| Ca | Kalzium |
| CK | Kreatinkinase |
| CK-MB | Kreatinkinase, myokardiales Isoenzym |
| CPR | cardiopulmonle Reanimation |
| DES | Drug Eluting Stent |
| DHZB | Deutsches Herzzentrum Berlin |
| EF | Ejektionsfraktion |
| FDA | Food and Drug Administration, USA |
| HLM | Herzlungenmaschine |
| IABP | intraaortale Ballonpumpe |
| IMA | intern mammaia artery (Arteria mammaia) |
| i.V. | intravenös |
| K ⁺ | Kalium |
| KHK | Koronare Herzkrankheit |
| LAD | Left artery descendent, Ramus interventricularis anterior |
| LAP | linksatrialer Druck |
| LIMA | left intern mammaia artery |
| LVEF | linksventrikuläre Ejektionsfraktion |
| OPCAB | Off – pump coronary artery bypass |
| PTCA | Percutane transluminale coronare Angioplastie |
| PTT | partielle Thromboplastin - Zeit |
| RCA | Right coronary artery, rechte Koronararterie |
| RCX | Ramus circumflexus |
| V. | Vena |
| vs. | versus |
| Z. n. | Zustand nach |
| ZVD | Zentraler Venendruck |

Erklärung

„Ich, Daniel Becher, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: *„Prä- intra- und postoperative Parameter von Patienten, die unmittelbar nach dem Versuch einer Herzkatheterintervention (PTCA) einer notfallmäßigen ACVB - Operation zugeführt werden mussten*’ selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Berlin, den 23.01.2011

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.