

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Lehrstuhl für Herz- und Gefäßchirurgie
Univ.- Prof. Dr. R. Lange

Stellt Adipositas einen isolierten Risikofaktor in der Kardiovaskularchirurgie dar?

Eine retrospektive Untersuchung an 2251 Patienten mit
Body Mass Index ≥ 30 und spezieller Betrachtung
bilateraler IMA-Grafts

Florian Raimund Georg Jörg

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität
München zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Medizin
genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.- Prof. Dr. E. J. Rummeny

Prüfer der Dissertation:

1. Priv.- Doz. Dr. R. J. Günzinger
2. Univ.- Prof. Dr. R. Lange

Die Dissertation wurde am 30.07.2012 bei der Technischen Universität München
eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 10.04.2013 angenommen.

Aus der Klinik für Herzchirurgie
des Klinikum Bogenhausen der Städtischen Klinikum München GmbH
Akademisches Lehrkrankenhaus der Technischen Universität München

Chefarzt Prof. Dr. med. Walter Eichinger

Stellt Adipositas einen isolierten Risikofaktor in der Kardiovaskularchirurgie dar?

Eine retrospektive Untersuchung an 2251 Patienten mit
Body Mass Index ≥ 30 und spezieller Betrachtung
bilateraler IMA-Grafts

Dissertation zum Erwerb des Doktorgrades
der Medizin an der Technischen
Universität München

Vorgelegt von Florian Jörg
aus München
2012

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	6
1. Einleitung	8
1.1 Überblick.....	8
1.2 Kardiovaskularchirurgie.....	10
1.2.1 Häufigkeit und Art herzchirurgischer Eingriffe	10
1.2.2 Historie.....	11
1.2.3 Bilaterale IMA-Grafts.....	14
1.3 Adipositas	17
1.3.1 Definition	17
1.3.2 Epidemiologie.....	18
1.3.3 Ursachen und Risiken	19
1.4 Bedeutung der Adipositas in der Herzchirurgie	21
2. Zielsetzung der Arbeit	23
3. Methodik	24
4. Ergebnisse.....	26
4.1 Demographische Daten	26
4.1.1 Gruppeneinteilung.....	26
4.1.2 Geschlecht	27
4.1.3 Alter.....	27
4.2 Risikoprofil	29

4.2.1	Diabetes mellitus.....	29
4.2.2	Lungenerkrankungen	30
4.2.3	Notfall-Operation	32
4.2.4	Ejektionsfraktion < 30%.....	33
4.2.5	Niereninsuffizienz / Dialyse	33
4.3	Operationsart	34
4.3.1	Koronarrevaskularisation.....	34
4.3.2	Isolierte Klappenoperationen.....	35
4.3.3	Kombinationseingriffe.....	35
4.3.4	Sonstige Eingriffe	36
4.3.5	Reoperationen.....	38
4.4	Operative Daten.....	39
4.4.1	Operationszeit.....	39
4.4.2	Bypasszeit.....	40
4.4.3	Abklemmzeit.....	40
4.4.4	Anastomosenzahl bei aortokoronarer Bypassoperation.....	41
4.5	Komplikationsrate	44
4.5.1	Wundinfektion	44
4.5.2	Wundrevision	44
4.5.3	Sternumrevision	45
4.5.4	Rethorakotomie.....	45
4.5.5	Postoperative Nachblutungsmenge	49
4.5.6	Postoperative Myokardinfarkte.....	49
4.5.7	Cerebrovaskuläre Ereignisse	50
4.6	Perioperativer Verlauf	50

4.6.1	Nachbeatmungsdauer	50
4.6.2	Intensivaufenthaltsdauer	51
4.6.3	Gesamtdauer stationärer Aufenthalt	51
4.6.4	Mortalität während des stationären Aufenthaltes	54
4.6.5	30-Tage-Mortalität.....	54
4.7	Multivariate Analyse der 30-Tage-Mortalität.....	55
4.7.1	Risiko der 30-Tage-Mortalität bei BMI \geq 30 im Gesamtkollektiv	55
4.7.2	Risiko der 30-Tage-Mortalität bei BMI \geq 30 und BIMA-Grafting	56
5.	Diskussion.....	58
5.1.	Kardiovaskuläre Eingriffe bei Adipositas (BMI \geq 30).....	58
5.2.	Bilaterales IMA-Grafting bei Adipositas (BMI \geq 30).....	66
6.	Zusammenfassung	72
7.	Literaturverzeichnis	75
8.	Anhang	90
8.1	Abbildungsverzeichnis	90
8.2	Tabellenverzeichnis	90
9.	Danksagung	93

Abkürzungsverzeichnis

ACB	Aorto-Koronarer-Bypass
ACVB	Aorto-Koronarer-Venen-Bypass
ASD	Atriumseptumdefekt
BIMA	Bilateral Internal Mammary Artery
BITA	Bilateral Internal Thoracic Artery
BMI	Body Mass Index
BQS	Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gGmbH
CCS	Canada Cardiovascular Society
COPD	Chronisch obstruktive Lungenerkrankung
Cx	Ramus circumflexus
d	Tag
EDHF	Endothelium-Derived-Hyperpolarizing-Factor
EF	Ejection Fraction = Auswurffraktion
EKZ	Extrakorporale Zirkulation
Et al.	Et alibi
Graft	Transplantat
HLM	Herz-Lungen-Maschine
IMA	Internal Mammary Artery = Arteria thoracica interna
ITA	Internal Thoracic artery = Arteria thoracica interna
KHK	Koronare Herzkrankheit
LIMA	Left Internal Mammary Artery
LITA	Left Internal Thoracic Artery
LVEF	Linksventrikuläre Auswurffraktion
ml	Milliliter
n	Anzahl
NO	Stickstoffmonoxid
NYHA	New York Heart Association
OP	Operation

OR	Odds Ratio
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
PCI	Percutaneous Coronary Intervention = Perkutane Koronarintervention
PRIND	prolongierte reversible ischämische neurologische Defizite
PTCA	Perkutane transluminale koronare Angioplastie
RIMA	Right Internal Mammary Artery
RITA	Right Internal Thoracic Artery
RIVA	Ramus interventricularis anterior
σ	Sigma = Standardabweichung
SIMA	Single Internal Mammary Artery
SITA	Single Internal Thoracic Artery
TIA	Transitorische Ischämische Attacke
vs.	versus
WHO	World Health Organization = Weltgesundheitsorganisation

1. Einleitung

1.1 Überblick

In allen westlichen Industrienationen, so auch in der Bundesrepublik Deutschland, ist seit Jahrzehnten ein stetiger Anstieg des prozentualen Anteils übergewichtiger und adipöser Menschen in der Bevölkerung zu beobachten. Ebenso wird ein verstärktes Auftreten anderer wohlstandsbedingter Erkrankungen verzeichnet. Hierzu zählen unter anderem die Hypertonie, Diabetes mellitus sowie allgemeine Fettstoffwechselstörungen. Ursächlich kommen für diese „Zivilisationskrankheiten“ vor allem Fehlernährung, körperliche Inaktivität, Zigaretten- und Alkoholkonsum, Stress sowie genetische Prädisposition zu tragen.

In Folge der Adipositas und der konsekutiven Komorbiditäten kommt es im Gefäßsystem zu Lipidablagerungen und zur Proliferation der Intima und damit verstärkt zu arteriosklerotischen Gefäßveränderungen mit Plaquebildung und fortschreitender Lumeneinengung. Dies bedingt in zunehmendem Maße eine verminderte Durchblutung wichtiger arterieller Gefäße und eine Sauerstoffminderversorgung nachgeschalteter Organe. Folgekrankheiten sind unter anderem die koronare Herzkrankheit (KHK), die generalisierte periphere Arteriosklerose und die cerebrovaskuläre Insuffizienz. Die KHK stellt dabei mit ihren Manifestationsformen Herzinsuffizienz, Myokardinfarkt, Herzrhythmusstörungen und plötzlicher Herztod die Haupttodesursache in der Bundesrepublik dar.

Klinisch manifestiert sich die KHK klassischerweise im thorakalen Schmerzereignis bei Belastung oder in Ruhe, deren Ausmaß und Schwere in den CCS-Stadien der Canadian Cardiovascular Society ihre Einteilung finden.

Aussagekräftigste diagnostische Methode bei Verdacht auf KHK ist neben der Belastungsergometrie und der Echokardiographie vor allem die Koronarangiographie mittels Herzkatheteruntersuchung, in welcher die Koronargefäße direkt durch Kontrastmittelapplikation abgebildet werden können. Therapeutisch kann in der gleichen Sitzung mithilfe der Perkutanen Transluminalen Koronarangioplastie (PTCA) durch Ballondilatation und/oder Stent-Implantation eine Gefäßwiedereröffnung oder Stenosefreiheit/-reduktion erzielt werden. Neben dieser kardiologisch-interventionellen Methode und therapeutisch häufig ausreichender konservativ-medikamentöser Behandlung stellt die chirurgische Myokardrevaskularisierung einen bedeutenden Anteil in der Therapie der KHK mit Überbrückung stenosierter Koronargefäße dar.

Gerade bei schweren Mehrgefäßerkrankungen (insbesondere Hauptstammeteiligung) und Restenosen nach kardiologisch-interventioneller Therapie ist ein operatives Vorgehen indiziert. Für Bypassoperationen eignen sich autologe venöse Transplantate (z.B. Vena saphena magna) oder arterielle Gefäße (z.B. Arteria mammaria interna), welche deutlich bessere Langzeitergebnisse zeigen.

Standardverfahren in der Bypasschirurgie stellt heutzutage die Verwendung der linken Arteria mammaria interna (LIMA) dar. Der bilaterale Arteriae mammae internae Bypass unter Einbeziehung der rechten Arteria mammaria interna (RIMA) zeigt nochmals bessere Ergebnisse und Offenheitsraten und wird in der herzchirurgischen Abteilung des Klinikum Bogenhausen mit hoher Frequenz durchgeführt.

1.2 Kardiovaskularchirurgie

1.2.1 Häufigkeit und Art herzchirurgischer Eingriffe

In der Bundesrepublik Deutschland existieren 78 herzchirurgische Zentren, an welchen im Jahr 2004 148.100 Operationen durchgeführt wurden ³⁸. Größte Gruppe stellen dabei die koronarchirurgischen Eingriffe mit 71.166 Operationen dar, gefolgt von 54.504 sonstigen Eingriffen (häufig Herzschrittmacher- und Defibrillatorimplantationen) und 18.569 Herzklappenoperationen. Der Anteil der koronarchirurgischen Operationen ohne Herz-Lungen-Maschine (HLM) lag 2004 bei 6,2% (5,1% im Jahr 2003).

Das Krankenhaus Bogenhausen der Städtischen Klinikum München GmbH ist eine Klinik der maximalen Versorgungsstufe mit 1030 Patientenbetten. Die Abteilung für Herzchirurgie verfügt über 36 Betten und eine eigene Intensivstation. Im Jahr 2004 wurden 1090 Patienten operiert, davon waren unter anderen 797 isolierte koronarchirurgische Eingriffe, 145 isolierte Klappen-Operationen (insgesamt 224 Aortenklappen, 55 Mitralklappen), 105 kombinierte Klappen- und Bypass Operationen, 30 isolierte Aortenaneurysmen und 6 kongenitale Vitien, 6 Herztumore und 1 sonstige Operation. Die LIMA wurde in 778 Fällen bei isolierter koronarchirurgischer Operation als Bypassgefäße verwendet (97,6% aller isolierter koronarchirurgischer Eingriffe vs. 86,4% deutschlandweit), in 573 Fällen wurde auch die rechte Arteria mammaria interna (RIMA) verwendet (73,4% aller isolierter koronarchirurgischer Eingriffe vs. 9,8% deutschlandweit) ⁹ (*Tabelle 1*). Die hohe Rate sogenannter Doppel-Mammaria-Bypasses (LIMA und RIMA) liegt weit über dem Bundesdurchschnitt und bietet eine gute Grundlage für die Untersuchung entsprechender Fragestellungen.

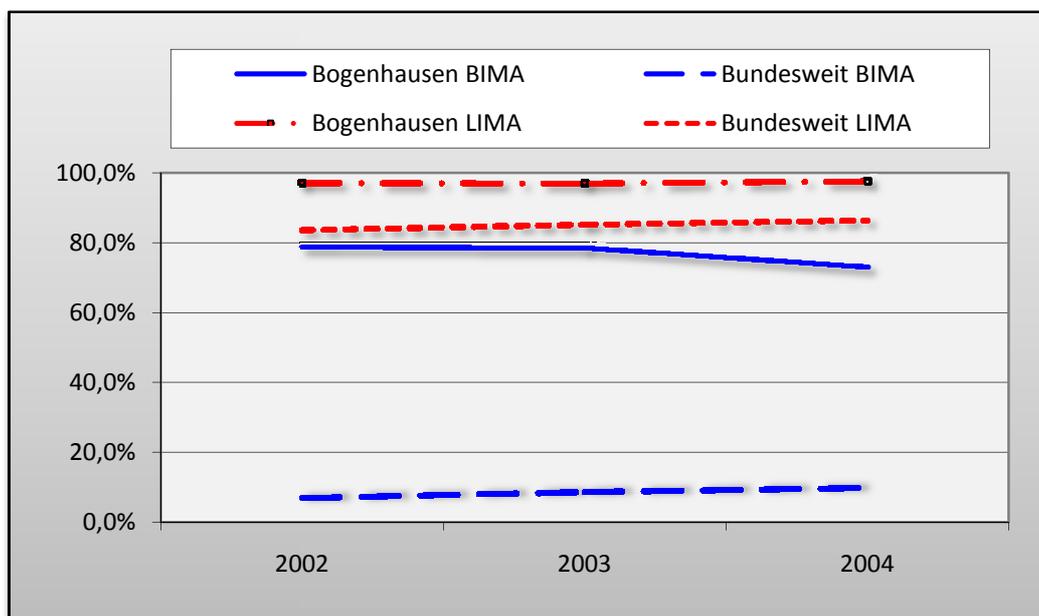


Tabelle 1: Anteil LIMA-Grafts und BIMA-Grafts bei isolierter Koronarchirurgie im Vergleich Klinikum München-Bogenhausen und Gesamtbundesrepublik 2002-2004

1.2.2 Historie

Bei Betrachtung der historischen Entwicklung der Herzchirurgie dürfen Aufsehen erregende erste Eingriffe wie die Naht einer Stichverletzung des Herzens durch Ludwig REHN im Jahr 1896 in Frankfurt am Main oder die erste erfolgreiche Operation eines Herzwandaneurysmas durch Ferdinand SAUERBRUCH 1931 nicht fehlen⁴. Dennoch wäre eine Etablierung als eigenständige chirurgische Disziplin ohne die Erfindung der Herz-Lungen-Maschine, welche erst ein operieren am offenen, ruhenden Herzen ermöglichte, im Rückblick nicht denkbar gewesen. Erstmals erfolgreich von John H. GIBBON, JR. im Mai 1953 beim Verschluss eines Vorhofseptumdefekts (ASD) eingesetzt⁸², war die extrakorporale Zirkulation (EKZ) auch Grundlage für die raschen Entwicklungen in den beiden Hauptgebieten der Herzchirurgie, der Koronarchirurgie und der Herzklappenchirurgie.

In der Klappenchirurgie stellt neben rekonstruierendem Vorgehen seit 1960 der prothetische Klappenersatz eine etablierte Methode bei Behandlung angeborener oder erworbener Herzvitien dar. Die zuerst verwandten Käfig-Ball Prothesen von Starr und Edwards werden zwar teilweise heute noch benützt, wurden aber seit 1977 kontinuierlich von den Zweiflügelprothesen verdrängt³³, welche ein homogeneres Flussprofil und damit bessere hämodynamische Eigenschaften aufweisen. Biologische Herzklappen aus Rinderperikard oder Schweineklappen stehen heutzutage ebenso zur Verfügung wie die Möglichkeit der Transplantation von Herzklappen, sogenannter Homografts. Bei standardisierter technischer Durchführbarkeit und guten Langzeitergebnissen nahm die Zahl der Klappen-Operationen in Deutschland allein im Jahr 2004 um 10,8% im Vergleich zum Vorjahr zu³⁸.

Während die Chirurgie angeborener Herzfehler und die Operation von Herztumoren ebenfalls Felder der Kardiovaskularchirurgie darstellen, bilden seit jeher koronare Bypassoperationen den Schwerpunkt herzchirurgischer Eingriffe. Ihren Ursprung nahm diese Behandlungsform 1967, als FAVALORO erstmalig zur Therapie der koronaren Herzerkrankung (KHK) erfolgreich eine stenosierte rechte Herzkranzarterie mittels eines Venentransplantates überbrückte^{24, 25}. Zur Verwendung kamen in der Anfangszeit fast ausschließlich venöse Transplantate, vor allem die Vena saphena magna, welche auch heute noch distal der Koronargefäßengstelle und in die Aorta ascendens eingenäht werden. Langzeitergebnisse offenbarten jedoch eine relativ hohe Verschlussrate autologer Venentransplantate bei aortokoronarer Bypassoperation von etwa 50 % im 10-Jahres-Zeitraum^{7, 15, 16, 27, 36, 68} (*Abbildung 1*). Zudem ist die Verfügbarkeit von Venentransplantaten, beispielsweise bei Varikosis, häufig eingeschränkt.

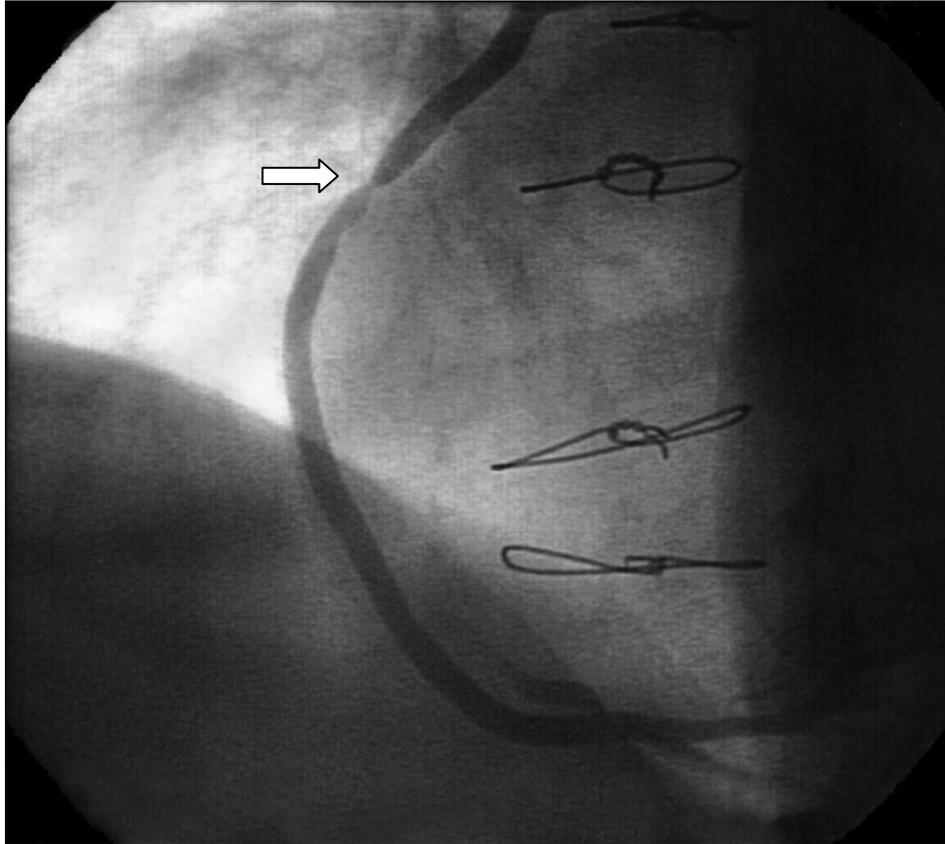


Abbildung 1: Aorto-koronarer Venen-Bypass (ACVB) mit Verbindung zur rechten Koronararterie (RCA). Markierung einer in der Koronarangiographie sichtbaren Stenose (Pfeil).

Bei der Suche nach geeigneteren Transplantaten stellten sich Xenografts und Kunststoffprothesen aufgrund schlechter Offenheitsraten als ungeeignet heraus. Stattdessen setzte sich zunehmend die Verwendung autologer arterieller Gefäße zur Koronarüberbrückung durch. Zum Einsatz kamen dabei vor allem die linke und rechte Arteria mammaria interna (IMA), die Arteria gastroepiploica und die Arteria radialis.

Die linke Arteria mammaria (LIMA) wurde dabei schon 1967 von KOLLESSOV⁵⁴ erstmalig als Bypassgefäß benützt und die Methode von GREEN 1969³⁴ optimiert. Wohl aufgrund chirurgisch-technischen Fortschritts wurde der LIMA-Graft erst seit den 1980er Jahren verstärkt verwendet und zeigte dabei ausgezeichnete

Langzeitergebnisse mit Offenheitsraten von über 90% nach 10 Jahren und dementsprechend erhöhten Überlebensraten^{2, 3, 8, 13, 14, 36, 48, 62, 68, 93, 110}.

Der Grund für das verbesserte Outcome gegenüber venösen Bypassgefäße und auch anderen arteriellen Grafts liegt wohl in der histopathologischen Eigenschaft der IMA. Im Wesentlichen handelt es sich bei der IMA um eine Arterie vom elastischen Typ mit wenigen glatten Muskelzellen in der Gefäßmedia und damit geringerer Rate an Fibrosebildung^{78, 103, 104}. Auch eine hohe Produktion von Endothelium-Derived Hyperpolarizing Factor (EDHF) und Stickstoffmonoxid (NO)^{43, 59, 64, 83} und damit eine bessere vasodilatative Eigenschaft scheint ursächlich für eine erhöhte Protektion der IMA gegenüber Arteriosklerose^{1, 51, 52, 69, 71} verantwortlich zu sein. So gilt die IMA heutzutage als bevorzugtes Transplantat bei der operativen Behandlung der KHK.

1.2.3 Bilaterale IMA-Grafts

Nach den positiven Langzeitergebnissen bei Verwendung der LIMA entstand seit den 1990er Jahren das Bestreben auch die rechte Arteria mammaria interna (RIMA) als Bypassgraft zu verwenden. Zunächst wurde die RIMA dabei aus anatomisch-topographischen Gründen mit der rechte Koronararterie (RCA) anastomosiert. Bei häufig peripher gelegenen Stenosen der RCA und teilweise ungenügender Länge der RIMA wurde aber dazu übergegangen, RIMA wie LIMA mit dem linkskoronaren System zu verbinden. Dieses als Doppel-Mammaria Bypass oder auch bilateraler IMA-Graft (BIMA = bilaterale Arteriae mammariae internae) bezeichnete Verfahren zeigte in mehreren nicht-randomisierten Studien mit größeren Patientenzahlen einen Vorteil bezüglich Mortalität und Morbidität gegenüber der sogenannten Single-IMA

(SIMA) Operation mit ausschließlicher Verwendung der LIMA (siehe Tabelle 2)^{10, 21, 26, 31, 35, 65, 66, 85, 95}. Es wurde jedoch über eine erhöhte Inzidenz von Sternumkomplikationen und Rethorakotomie aufgrund vermehrter Nachblutung bei diesem Verfahren berichtet^{56, 67}, welche aber durch eine Optimierung chirurgischer Technik vermeidbar scheinen³⁰.

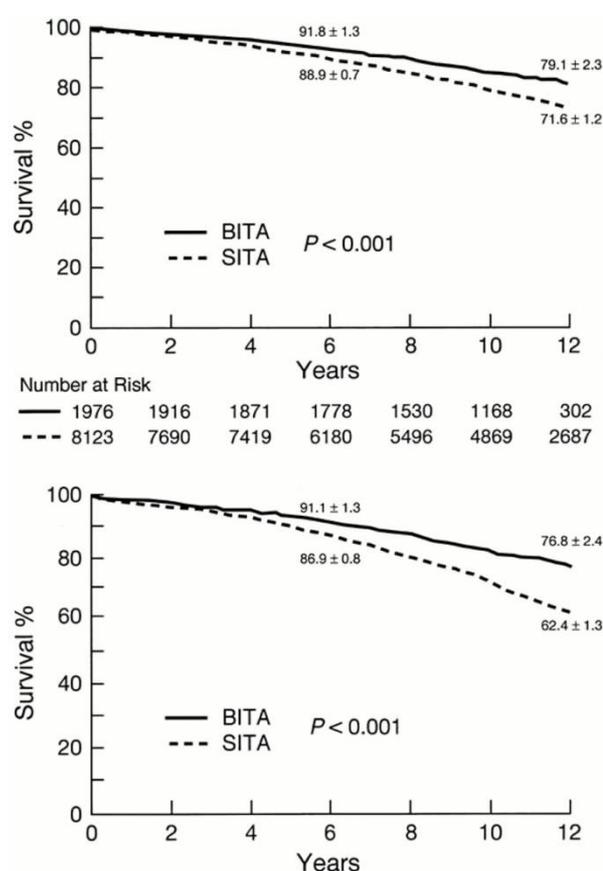


Tabelle 2: Vergleich Patienten mit bilateralen Mammaria – Grafts (BITA) und singulärem Mammaria Graft (SITA) in Bezug auf Überleben (A) und Überleben ohne Reoperation (B). Die Anzahl der überlebenden Patienten zu ausgewählten Verlaufszeitpunkten ist unter (A) angegeben. Lytle et al, 1999⁶⁵

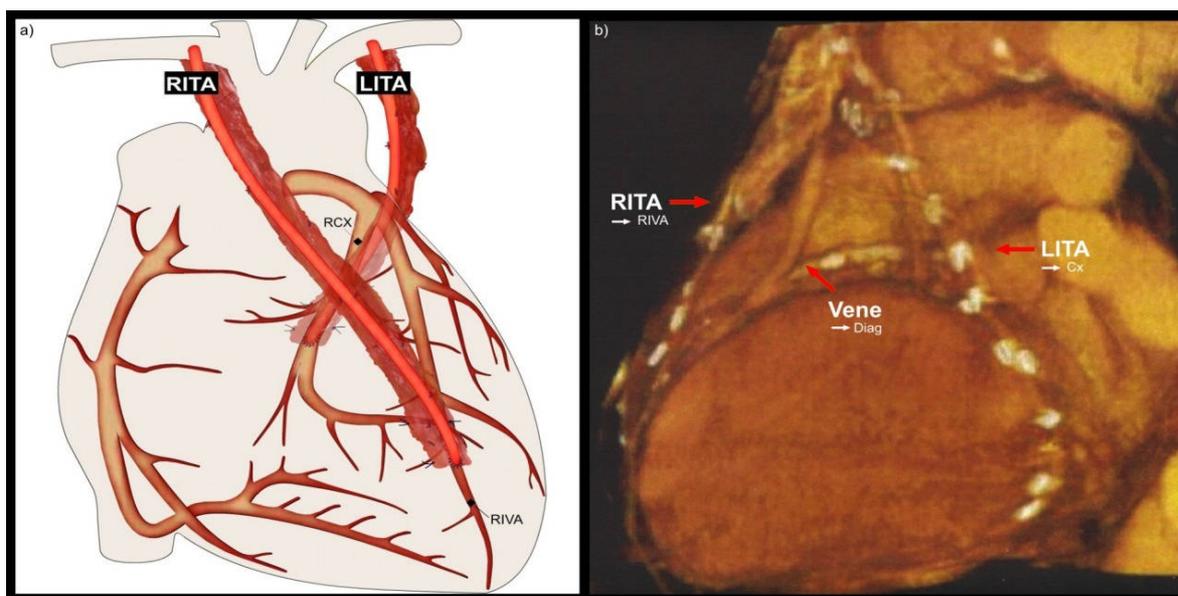


Abbildung 2: Darstellung eines bilateralen IMA-Grafts. Anastomosierung der rechten Arteria mamma interna (RITA) mit dem Ramus interventricularis anterior (RIVA) und der linken Arteria mamma interna (LITA) mit dem Ramus circumflexus (Cx).

Aufgrund der insgesamt überzeugenden Langzeitergebnisse stellt der bilaterale IMA-Graft ein Standardvorgehen in der eigenen Abteilung dar, wobei die RIMA in der Regel mit dem Ramus interventricularis anterior (RIVA) und die LIMA mit einem Ast der linkslateralen oder linksposterioren Wand (meist Ramus circumflexus) anastomosiert wird (*Abbildung 2*).

Einige Untersuchungen ergaben auch für Diabetiker, Dialysepatienten und ältere Patienten kein erhöhtes Risiko bei Verwendung bilateraler Mammaria-Bypasses^{30, 49, 58, 75, 99}. Ob Adipositas bei BIMA-Bypasses einen isolierten Risikofaktor darstellt wird in vorliegender Arbeit untersucht.

1.3 Adipositas

1.3.1 Definition

Adipositas (Fettleibigkeit) bezeichnet die übermäßige Vermehrung und Bildung von Fettzellen im menschlichen Körper. Zur Objektivierung übermäßigen Gewichts ist die Einteilung nach Body Mass Index (BMI) üblich. Der BMI berücksichtigt neben dem Körpergewicht auch die Körpergröße und nimmt eine Einteilung in vier Stadien vor. Zur Berechnung wird das Körpergewicht durch das Quadrat der Körpergröße (kg/m^2) geteilt (*Tabelle 3*).

BMI (kg/m^2)	Bezeichnung	Risiko für Begleiterkrankungen
18,5 - < 25	Normalgewicht	durchschnittlich
25 - < 30	Übergewicht	gering erhöht
30 - < 35	Adipositas Grad I	erhöht
35 - < 40	Adipositas Grad II	hoch
≥ 40	Adipositas Grad III	sehr hoch

Tabelle 3 : Klassifizierung des Body-Mass-Index (BMI) und Risiko für Begleiterkrankungen (WHO 2000¹⁰⁵)

Eine über das Normalmaß hinausgehende Erhöhung des Körpergewichts durch Zunahme der Körperfettmasse mit einem BMI von 25 bis < 30 gilt als Übergewicht, darüber hinaus spricht man von Adipositas mit Unterteilung in drei Schweregrade. Ein BMI von ≥ 40 wird auch als extreme Adipositas bezeichnet. Gültig ist die Einteilung nach Body Mass Index für erwachsene Männer und Frauen, Kinder müssen aufgrund des Wachstums anhand alters- und geschlechtsspezifischer Normwerte beurteilt

werden. Adipositas für sich stellt einen Risikofaktor für diverse Folgeerkrankungen dar, wird aber teilweise auch als eigenständige Krankheit angesehen ⁴⁵.

1.3.2 Epidemiologie

In den letzten Jahrzehnten ist ein weltweiter Anstieg von Übergewicht und Adipositas zu verzeichnen, der vor allem die USA, Europa und andere Industrienationen betrifft. In der Bundesrepublik zeigen Berechnungen des Robert-Koch-Instituts auf Basis verschiedener Gesundheitssurveys zwischen 1984 und 2003 ein gleich hohes Niveau Übergewichtiger mit einem deutlichen Anstieg adipöser Bürger ⁷⁰. Derzeit gelten demnach knapp 50% der Männer in Deutschland als übergewichtig (BMI 25 - < 30) und rund 17% als adipös (BMI \geq 30). Bei den Frauen sind etwa 35% übergewichtig und 20% adipös. Besonders betroffen sind dabei die höheren Altersklassen (*Tabelle 4*). Aber auch Kinder und Jugendliche weisen immer häufiger Übergewicht auf ^{60, 73, 79}.

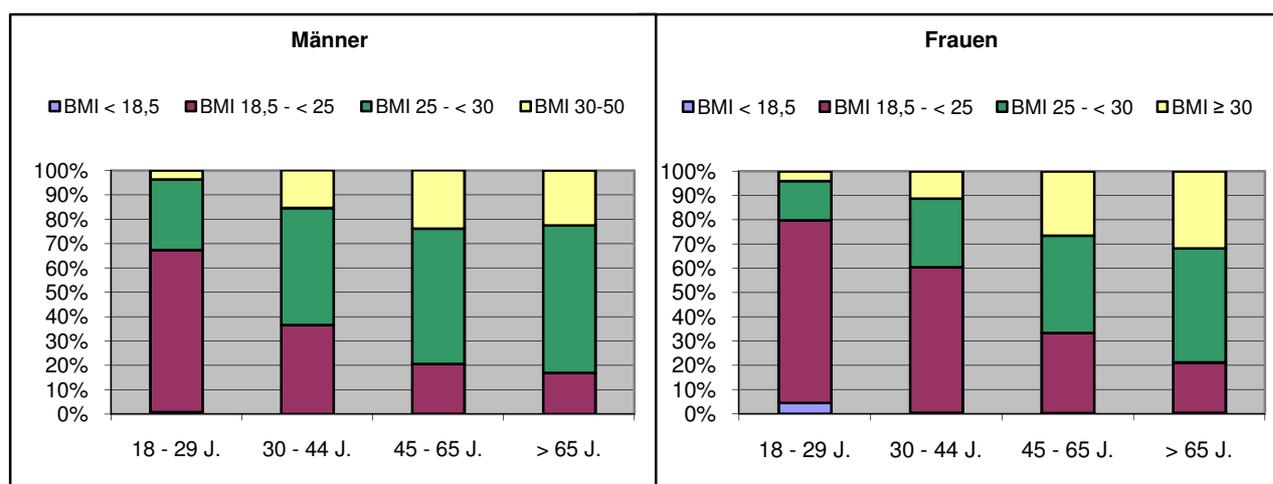


Tabelle 4: BMI in der Bundesrepublik Deutschland 2003 nach Geschlecht und Altersgruppe ⁷⁰

Zahlen aus den Vereinigten Staaten zeigen dieses Phänomen noch deutlicher. Dort gelten bereits 30% aller US-Bürger als adipös (BMI \geq 30) ^{28, 77}. Schon seit einigen

Jahren spricht die Weltgesundheitsorganisation (WHO) von einer sich weltweit verbreitenden Epidemie, die in vielen Ländern schon den größten Einzelanteil der Gesundheitsausgaben eingenommen hat. Für die Bundesrepublik berechnete das Institut für Gesundheitsökonomie und Management im Gesundheitswesen IGM im Jahr 2004 die volkswirtschaftlichen Kosten der Adipositas (BMI \geq 30) auf 530 Millionen Euro, mit Behandlung der Komorbiditäten sogar auf 5 Milliarden Euro jährlich.¹⁸ Schätzungen der WHO für das Jahr 2040 sagen einen durchschnittlichen BMI von 30 voraus (heute 26), damit wären mehr als die Hälfte der Bevölkerung adipös und die gesundheitlichen und wirtschaftlichen Folgen nicht absehbar.

1.3.3 Ursachen und Risiken

Die Ätiologie der Adipositas beruht auf einer multifaktoriellen Genese. Allgemein wird der Anteil des Körperfetts durch die Bilanz von Energieaufnahme und Energieverbrauch gesteuert. Wird zu viel aufgenommen oder zu wenig verbraucht, kommt es zur vermehrten Einlagerung von Fett in den Adipozyten und Neubildung dieser Zellen. Neben sehr seltenen hereditären Adipositasyndromen, wie dem Prader-Willi-Syndrom, wird eine polygen vererbte Disposition zur Adipositas in Zusammenhang mit externen Faktoren als Ursache des Übergewichts diskutiert. Genetisch in Betracht kommt dabei eine Störung in der Appetitregulation, welche durch das Hormon Leptin vermittelt im Hypothalamus stattfindet²⁰. Wichtigste externe Faktoren sind vor allem in den industrialisierten Ländern Überernährung bei uneingeschränktem Nahrungsangebot und Bewegungsmangel in einer zunehmend automatisierten Welt. Auch psychosoziale und kulturelle Faktoren tragen zur

Gewichtszunahme bei Übergewicht kann aber auch Folge anderer Erkrankungen, wie der Hypothyreose oder dem Cushing-Syndrom sein²⁰.

So multifaktoriell die Ursachen, so vielfältig sind auch die Risiken und Folgeerkrankungen der Adipositas. Große Untersuchungen wie die Framingham Study, die Nurses' Health Study oder die PROCAM Studie zeigten einen deutlichen Zusammenhang zwischen Adipositas und der Entwicklung von Hypertonie, Diabetes mellitus und Hypercholesterinämie^{72, 74, 76, 96, 107}. Daraus ergibt sich wiederum ein erhöhtes Risiko für kardiovaskuläre Folgekrankheiten wie koronarer Herzkrankheit (KHK) und Schlaganfall^{46, 50, 74, 86, 90, 106, 109}. Adipositas für sich stellt hierbei bereits einen Risikofaktor dar, in verhängnisvoller Kombination mit Hypertonie, Insulinresistenz und Dyslipoproteinämie wird dabei vom „metabolischen Syndrom“ gesprochen.³⁷ Mit Übergewicht sind darüber hinaus auch eine erhöhte Neoplasierate¹¹ und Erkrankungen des Bewegungsapparates assoziiert. Insgesamt betrachtet ist Adipositas für eine erhöhte Morbidität und Mortalität verantwortlich^{12, 29, 32}.

Eine Therapie ist daher ab einem BMI von > 25 und dem Vorliegen weiterer Risikofaktoren oder generell ab einem BMI ≥ 30 indiziert⁴². Neben Bewegung und Nahrungsumstellung kommen dabei längerfristige verhaltenstherapeutische, medikamentöse und chirurgische Therapieansätze zu tragen.

1.4 Bedeutung der Adipositas in der Herzchirurgie

Die besorgniserregende Zunahme der Adipositas Prävalenz kann auch in der Herzchirurgie beobachtet werden. Waren im Jahr 1994 im eigenen Patientengut noch 62,8% aller Operierten als übergewichtig (BMI ≥ 25) einzustufen, waren es im Jahr 2004 bereits 70,9 %. Am deutlichsten zu verzeichnen ist dabei der Anstieg adipöser Patienten mit BMI ≥ 30 . Innerhalb von 10 Jahren erhöhte sich der Anteil um mehr als das Doppelte (10,1% 1994 vs. 24,1% 2004). (siehe Tabelle 5). Bundesweit lag der durchschnittliche BMI bei Patienten mit isolierter Bypass-OP im Jahr 2004 bei 28,0⁹.

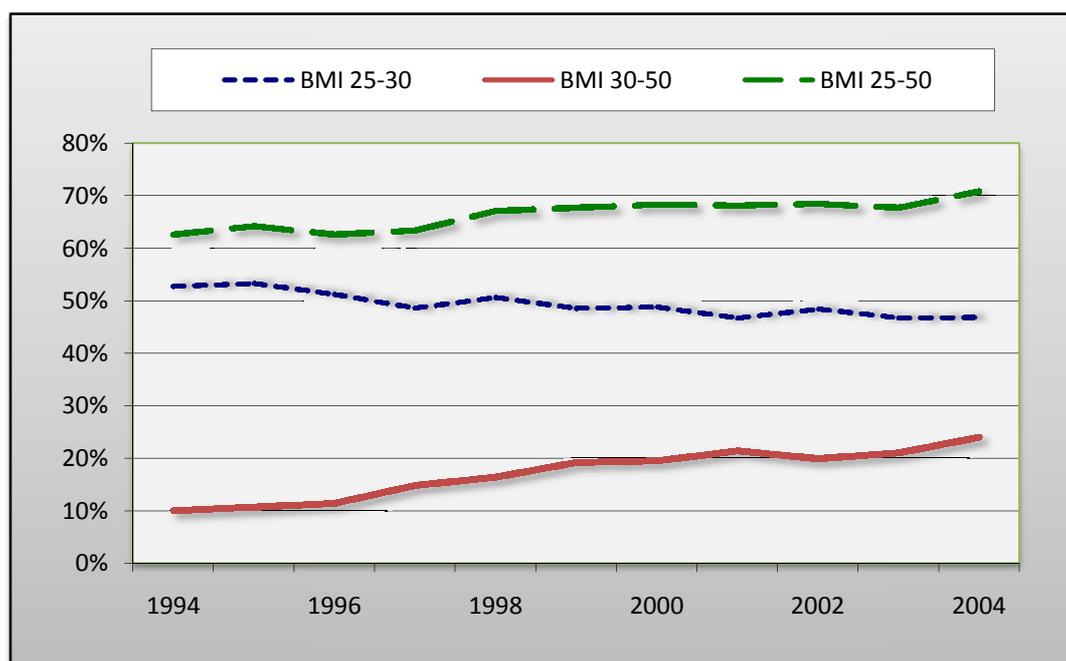


Tabelle 5: Patienten der herzchirurgischen Abteilung des Klinikum Bogenhausen gruppiert nach Body-Mass-Index und Jahr.

In Zukunft ist wohl mit einem weiteren Anstieg des Anteils adipöser Patienten zu rechnen. Dies liegt nicht nur an der Entwicklung der Bevölkerungsstruktur der Bundesrepublik, sondern auch an der Tatsache, dass Adipositas, wie erwähnt, ein Risiko für Herzerkrankungen darstellt und solche Patienten somit auch vermehrt herzchirurgischer Therapie bedürfen.

Bei adipösen herzchirurgischen Patienten ist mit dem Auftreten vermehrter Komplikationen im Vergleich zum normalgewichtigen Kollektiv zu rechnen. Übergewichtige Menschen haben ein erhöhtes Risiko einen Diabetes mellitus zu entwickeln mit der Gefahr von Stoffwechsellstörungen und daraus folgenden Wundheilungsstörungen. Die erhöhte Körpermasse erschwert intraoperativ das chirurgische Vorgehen, aus anästhesiologischer Sicht ist die Narkoseführung, insbesondere die suffiziente Ventilation erschwert. Postoperativ könnte eine erhöhte Rate an respiratorischen Insuffizienzen, die vermehrte Sternumdehiszenzen nach sich ziehen, angenommen werden.

2. Zielsetzung der Arbeit

Adipositas wird mittlerweile als eine weltweite Epidemie bezeichnet. Auch in der Herzchirurgie wird eine Zunahme schwergewichtiger Patienten verzeichnet. In vorliegender Arbeit soll anhand einer großen Patientengruppe eines Klinikums der Maximalversorgung der Einfluss von Adipositas auf perioperativen Verlauf und Outcome bei herzchirurgischen Eingriffen untersucht werden. Geklärt werden soll die Frage, ob Adipositas ($\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$) eine erhöhte Morbidität und Mortalität bei kardiovaskulären Eingriffen bedingt und damit in der Herzchirurgie einen isolierten Risikofaktor darstellt.

Im Speziellen soll das Risiko adipöser Patienten bei koronarchirurgischen Operationen unter Verwendung bilateraler Arteriae mammae internae - Grafts (BIMA) untersucht werden. Dieses Vorgehen wird in unserer Abteilung standardmäßig bei aortokoronaren Bypassoperationen angewandt und kann mit sehr hohen Fallzahlen belegt werden.

3. Methodik

Untersucht wurden die Daten von 13.139 herzchirurgischen Patienten, davon 9584 Männer und 3555 Frauen, die im Klinikum Bogenhausen der Städtischen Klinikum München GmbH im Zeitraum Januar 1994 bis Dezember 2004 operiert wurden. Die erhobenen relevanten Daten entstammen den für jeden Patienten angelegten standardisierten Qualitätssicherungsbögen der Herzchirurgie (QS-HCH), welche zu Evaluationszwecken für die gemeinnützige Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gGmbH (BQS) dokumentiert werden.

Die Patienten wurden anhand ihres Body Mass Index (BMI) in zwei Gruppen unterteilt. Gruppe A umfasst 2251 adipöse Patienten mit $\text{BMI} \geq 30$ (mittleres Alter 64,3 Jahre), in Gruppe B befanden sich 10.888 Patienten mit $\text{BMI} < 30$ (mittleres Alter 66,1 Jahre). Um speziell Unterschiede im Kollektiv der Patienten mit BIMA-Grafting erkennen zu können wurden die beiden Gruppen zudem in die Gruppen A1 ($\text{BMI} \geq 30$ und BIMA-Grafts, $n=962$) und B1 ($\text{BMI} < 30$ und BIMA-Grafts, $n=3958$) unterteilt. Zur besseren Vergleichbarkeit mit der BIMA-Gruppe wurden weiterhin alle Patienten mit aortokoronarer Bypassoperation (isoliert oder in Kombination mit Klappenoperation) identifiziert, die nicht bilaterale IMA-Grafts erhielten. Gruppe A2 schließt Patienten mit isolierter oder kombinierter ACB-Operation ohne Verwendung der BIMA und mit $\text{BMI} \geq 30$ ein, Gruppe B2 die beschriebenen Patienten mit $\text{BMI} < 30$ (*siehe Tabelle 2*).

Zunächst wurden die Gruppen A und B, A1 und B1 und A2 und B2 hinsichtlich der Homogenität ihrer demographischen Daten untersucht (Alter, Geschlecht, Risikoprofil, sowie der Operationsart). Um ein potentiell höheres Risiko bei herzchirurgischen Eingriffen des adipösen Kollektivs und speziell der BIMA-Gruppe zu erfassen, wurden

dann die Komplikationsrate und der perioperative Verlauf der jeweiligen Gruppen verglichen. Analysiert wurde hierfür die Operationsdauer, Bypasszeit, Aorten-Abklemmzeit, Anastomosenanzahl, Inzidenz postoperativer Wundinfektionen, Wundrevisionen, Sternuminstabilitäten, Rethorakotomie-Raten, Nachbeatmungsdauer, Intensivaufenthaltszeiten, Gesamtdauer des stationären Aufenthaltes und 30-Tage Mortalität.

Zur statistischen Auswertung verwendet wurden die Programme „MS Excel“, „MS Access“ (Microsoft Corporation) und SPSS für Windows 14.0 (SPSS Inc.). Die Irrtumswahrscheinlichkeit wurde je nach Art des Merkmals mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests oder des Mann-Whitney-Tests ermittelt. Schließlich erfolgte zur Identifizierung verschiedener Risikofaktoren, insbesondere zur Betrachtung des Einflusses von Adipositas auf die 30 Tage Mortalität nach herzchirurgischen Eingriffen, eine multivariate Analyse mittels binärer logistischer Regression. Für die ermittelten Ergebnisse wurde ein p-Wert von $< 0,05$ als statistisch signifikant festgelegt.

4. Ergebnisse

4.1 Demographische Daten

4.1.1 Gruppeneinteilung

Im untersuchten Zeitraum von Januar 1994 bis Dezember 2004 wurden die Daten von 13139 Patienten der herzchirurgischen Abteilung des Klinikum München-Bogenhausen ausgewertet. Im Folgenden wurde eine Unterteilung in die Gruppe A (alle Patienten mit BMI ≥ 30), Gruppe B (alle Patienten mit BMI < 30), Gruppe A1 (Patienten mit BMI ≥ 30 und BIMA-Graft), B1 (Patienten mit BMI < 30 und BIMA-Graft), A2 (alle Patienten mit BMI ≥ 30 und koronarchirurgischen Eingriffen ohne BIMA-Graft) und B2 (alle Patienten mit BMI < 30 und koronarchirurgischen Eingriffen ohne BIMA-Graft) vorgenommen (*siehe Tabelle 2*).

Einen Body Mass Index von ≥ 30 (Gruppe A) hatten 2251 Patienten (17,1%), einen BMI < 30 10888 Patienten (Gruppe B). Koronarchirurgische Eingriffe erhielten insgesamt 10973 Patienten (83,5%), dabei wurden bei 4920 Patienten bilaterale Mammaria-Bypasses (BIMA) angelegt (44,8% der koronarchirurgischen Operationen). In der BIMA-Gruppe galten 962 Patienten als adipös (19,6%, Gruppe A1), 3958 Operierte hatten einen BMI < 30 (80,4%, Gruppe B1). Koronarchirurgische Eingriffe ohne Verwendung der BIMA (isolierte Bypass-OP oder Kombieingriff) erhielten insgesamt 6041 Patienten, wovon 980 einen BMI ≥ 30 (Gruppe A2) und 5061 einen BMI < 30 (Gruppe B2) aufwiesen (*siehe Tabelle 6*).

	BMI \geq 30	BMI < 30
Alle Patienten n = 13139	Gruppe A n = 2251	Gruppe B n = 10888
Patienten mit BIMA-Grafting n = 4920	Gruppe A1 n = 962	Gruppe B1 n = 3958
Patienten mit ACB (isoliert oder Kombi-Eingriff) ohne BIMA-Grafting n = 6041	Gruppe A2 n = 980	Gruppe B2 n = 5061

Tabelle 6: Einteilung der Patienten in Gruppen.

4.1.2 Geschlecht

Unter den 13139 Patienten befanden sich 9584 (72,9%) Männer und 3555 Frauen (27,1%), in der Gruppe A mit insgesamt 2251 Patienten 1652 Männer (73,4%) und 599 Frauen (26,6%). Gruppe B mit insgesamt 10888 Patienten zählte 7932 Männer (72,9%) und 2956 Frauen (27,1%). Von den Patienten mit bilateralen Mammaria-Bypasses und Adipositas (Gruppe A1) waren 775 männlich (80,6%) und 187 weiblich (19,4%), in Gruppe B1 befanden sich 3167 Männer (80,0%) und 791 (20,0%) Frauen. Koronarchirurgische Eingriffe ohne BIMA erhielten 716 adipöse Männer (73,1%) und 264 adipöse Frauen (26,9%, Gruppe A2), sowie 3742 Männer mit BMI < 30 (74,0%) und 1319 Frauen (26,0%, Gruppe B2) (siehe Tabelle 7).

4.1.3 Alter

Das mittlere Alter aller Patienten betrug 65,8 Jahre. In Gruppe A war der jüngste Patient 25,5 Jahre alt, der älteste 91,3 Jahre (mittleres Alter 64,3J., Standardabweichung \pm 9,5), in der Gruppe B lag das mittlere Alter bei 66,1 Jahren

(16,2J. – 92,7J., $\sigma = \pm 10,7$). Bei den Patienten mit BIMA-Grafting ergab sich ein mittleres Alter von 64,1 Jahren in Gruppe A1 (34,1J. – 91,3J., $\sigma = \pm 9,1$), in Gruppe B1 war das mittlere Alter bei 66,1 Jahren (33,8J.- 90,7J., $\sigma = \pm 9,4$). Gruppe A2 zeigte eine Altersspanne von 32,4J. bis 86,7J. (mittleres Alter 64,4J., $\sigma = \pm 9,3$), Gruppe B2 von 30,0J. bis 92,7J. (mittleres Alter 66,5J., $\sigma = \pm 9,4$) (siehe Tabelle 7).

	Gruppe A	Gruppe B	Gruppe A1	Gruppe B1	Gruppe A2	Gruppe B2
Demo- graphische Daten	<i>BMI ≥ 30</i> <i>n=2251</i>	<i>BMI < 30</i> <i>n=10888</i>	<i>BMI ≥ 30</i> <i>BIMA- Grafting</i> <i>n=962</i>	<i>BMI < 30</i> <i>BIMA- Grafting</i> <i>n=3958</i>	<i>BMI ≥ 30</i> <i>ACB ohne BIMA</i> <i>n=980</i>	<i>BMI < 30</i> <i>ACB ohne BIMA</i> <i>n=5061</i>
Geschlecht ♂	n=1652 (73,4%)	n=7932 (72,9%)	n=775 (80,6%)	n=3167 (80,0%)	n=716 (73,1%)	n=3742 (74,0%)
Geschlecht ♀	n=599 (26,6%)	n=2956 (27,1%)	n=187 (19,4%)	n=791 (20,0%)	n=264 (26,9%)	n=1319 (26,0%)
Mittleres Alter	64,3 J. $\sigma = \pm 9,5$	66,1 J. $\sigma = \pm 10,7$	64,1 J. $\sigma = \pm 9,1$	66,1 J. $\sigma = \pm 9,4$	64,4 J. $\sigma = \pm 9,3$	66,5 J. $\sigma = \pm 9,4$

Tabelle 7: Übersicht demographische Daten (Geschlecht und mittleres Alter) der Patientengruppen A/B, A1/B1, A2/B2 (prozentualer Anteil an Gesamtkollektiv in Klammern).

Hinsichtlich des Patientengeschlechts sind die untersuchten Gruppen A und B vergleichbar ($p = 0,6$), in Gruppe B waren die Patienten jedoch signifikant älter ($p < 0,0001$). Die Gruppen der BIMA-Patienten A1 und B1 waren ebenfalls geschlechtsspezifisch ähnlich ($p = 0,703$), die Patienten mit BMI < 30 (Gruppe B1) aber signifikant älter ($p < 0,0001$).

Im Kollektiv der adipösen Patienten mit koronarchirurgischen Eingriffen mit und ohne BIMA-Bypasses (Gruppen A1 vs. A2) waren signifikant mehr Männer in Gruppe A1

auszumachen ($p < 0,0001$), aber kein Unterschied hinsichtlich des Alters festzustellen. Im Vergleich des Kollektivs mit BMI < 30 mit koronarchirurgischen Eingriffen mit und ohne BIMA-Grafting (Gruppen B1 vs. B2) ergab sich jedoch ein signifikanter Unterschied hinsichtlich Geschlechts und Alters ($p < 0,0001$ bzw. $p = 0,028$). Gruppe B2 hatte hier die älteren Patienten, sowie mehr Frauen als Männer.

4.2 Risikoprofil

4.2.1 Diabetes mellitus

Diabetes Mellitus stellt einen Risikofaktor für das Auftreten von Wundinfektionen dar und ist häufiger bei übergewichtigen Patienten anzutreffen. Im Folgenden wurden die einzelnen Gruppen nach der Anzahl an Diabetikern untersucht, welche diätetisch, oral medikamentös, mit Insulin oder nicht behandelt wurden.

In Gruppe A (BMI ≥ 30) befanden sich 775 Patienten, in Gruppe B (BMI < 30) 2626 Patienten mit Diabetes Mellitus. Das entsprach 34,4% bzw. 24,1% der Gesamtgruppe. Bei Patienten mit einem BMI ≥ 30 trat ein Diabetes Mellitus signifikant häufiger auf ($p < 0,0001$). Dies galt auch für die Gruppe der Patienten mit BMI ≥ 30 und BIMA-Grafting (Gruppen A1 vs. B1, 35,4% vs. 27,6%, $p < 0,0001$) und mit koronarchirurgischen Eingriffen ohne BIMA-Grafting (Gruppen A2 vs. B2, 37,0% vs. 25,2%, $p < 0,0001$).

Der Direktvergleich des koronarchirurgischen Kollektivs mit und ohne BIMA (Gruppen A1 vs. A2) zeigte einen vergleichbaren Anteil von Diabetikern in der Gruppe mit BMI \geq

30 ($p = 0,465$), aber signifikant mehr Patienten mit Glukosestoffwechselstörung bei BIMA-Verwendung und BMI < 30 (Gruppen B1 vs. B2, $p = 0,011$) (siehe Tabellen 8 und 9).

4.2.2 Lungenerkrankungen

Lungenerkrankungen erhöhen das Risiko postoperativer Komplikationen, wie respiratorische Insuffizienz, verlängerte Nachbeatmungsdauer, pulmonale Infektionen oder Bronchospasmen. Es wurden daher alle Patienten identifiziert, welche eine chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD) mit Langzeitbronchodilatoren-Therapie, eine andere Lungenerkrankung ohne Bronchodilatoren-Therapie oder sonstige Lungenerkrankungen hatten.

In Gruppe A konnten 305 Patienten mit Lungenerkrankungen ausgemacht werden (210 mit COPD und Langzeitbronchodilatoren-Therapie, 32 andere ohne Bronchodilatoren-Therapie, 63 andere). In Gruppe B litten 1386 Patienten an Lungenerkrankungen (1009 mit COPD und Langzeitbronchodilatoren-Therapie, 127 andere ohne Bronchodilatoren-Therapie, 250 andere). In der BIMA Gruppe A1 bzw. B1 waren 119 bzw. 448 Patienten pulmonal vorerkrankt (71 bzw. 271 mit COPD und Langzeitbronchodilatoren-Therapie, 15 bzw. 67 andere ohne Bronchodilatoren-Therapie, 33 bzw. 110 andere). Die Gruppen A2 bzw. B2 zeigten 127 bzw. 598 Patienten mit Lungenvorerkrankungen (97 bzw. 494 mit COPD und Langzeitbronchodilatoren-Therapie, 13 bzw. 38 andere ohne Bronchodilatoren-Therapie, 17 bzw. 66 andere).

Im Vergleich des Patientenkollektivs mit BMI < 30 und BMI ≥ 30 gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied hinsichtlich pulmonaler Vorerkrankungen. Lediglich die Untersuchung der Gruppen B1 vs. B2 (koronarchirurgische Patientengruppe mit oder ohne BIMA, BMI < 30 oder BMI ≥ 30) ergab einen signifikanten Unterschied mit mehr Lungenerkrankten in Gruppe B2 ($p < 0,0001$) (siehe Tabellen 8 und 9).

	Gruppe A		Gruppe B		Gruppe A1		Gruppe B1	
RISIKO-PROFIL	<i>BMI ≥ 30</i> <i>n=2251</i>	<i>BMI < 30</i> <i>n=10888</i>	<i>p - Wert</i>	<i>BMI ≥ 30</i> <i>BIMA-Grafting</i> <i>n=962</i>	<i>BMI < 30</i> <i>BIMA-Grafting</i> <i>n=3958</i>	<i>p - Wert</i>		
Diabetes Mellitus	775 (34,4%)	2626 (24,1%)	< 0,0001	341 (35,4%)	1092 (27,6%)	< 0,0001		
Lungen-erkrankung	305 (13,5%)	1386 (12,7%)	0,313	119 (12,4%)	448 (11,3%)	0,772		
Notfall-OP	136 (6,0%)	621 (5,7%)	0,531	45 (4,7%)	178 (4,5%)	0,809		
EF < 30%	63 (2,8%)	387 (3,6%)	0,073	32 (3,3%)	149 (3,8%)	0,517		
Nieren-insuffizienz	189 (8,4%)	889 (8,2%)	0,716	71 (7,4%)	233 (5,9%)	0,084		

Tabelle 8: Übersicht Risikoprofil der Patientengruppen A/B und A1/B1 (prozentualer Anteil an Gesamtkollektiv in Klammern).

	Gruppe A2	Gruppe B2		Gruppen A1/A2	Gruppen B1/B2
RISIKO-PROFIL	<i>BMI ≥ 30</i> <i>ACB ohne BIMA</i> <i>n=980</i>	<i>BMI < 30</i> <i>ACB ohne BIMA</i> <i>n=5061</i>	<i>p - Wert</i>	<i>Vergleich</i> <i>Koronar-</i> <i>chirurgisches</i> <i>Kollektiv</i> <i>BMI ≥ 30</i> <i>p - Wert</i>	<i>Vergleich</i> <i>Koronar-</i> <i>chirurgisches</i> <i>Kollektiv</i> <i>BMI < 30</i> <i>p - Wert</i>
Diabetes Mellitus	363 (37,0%)	1276 (25,2%)	< 0,0001	0,465	0,011
Lungen-erkrankung	127 (13,0%)	598 (11,8%)	0,071	0,667	< 0,0001
Notfall-OP	72 (7,3%)	342 (6,8%)	0,504	0,013	< 0,0001
EF < 30%	24 (2,4%)	191 (3,8%)	0,046	0,248	0,981
Nieren-insuffizienz	95 (10,0%)	463 (9,1%)	0,589	0,068	< 0,0001

Tabelle 9: Übersicht Risikoprofil der Patientengruppen A2/B2 und Vergleich A1/A2 und B1/B2 (prozentualer Anteil an Gesamtkollektiv in Klammern).

4.2.3 Notfall-Operation

Die Dringlichkeit des herzchirurgischen Eingriffes konnte nach elektiv, dringlich, Notfall-Eingriff sowie seltenem Ultima Ratio Versuch einer Notfall-Operation unter Reanimation unterschieden werden. Im Folgenden wurde die Anzahl der Notfall-Operationen inklusive Notfall-Eingriffe unter Reanimation verglichen.

Dabei zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bei Vergleich der Anzahl der Notfall-Operationen in den Gruppen A/B, A1/B1 und A2/B2 (136 vs. 621, entsprechend 6,0% aller Operationen vs. 5,7%, $p = 0,531$; in Gruppen A1/B1 45 vs.

178, entsprechend 4,7% vs. 4,5%, $p = 0,809$; in Gruppen A2/B2 72 vs. 342, entsprechend 7,3% vs. 6,8%, $p = 0,071$). Der Vergleich des koronarchirurgischen Patientengut ergab aber einen statistisch signifikanten Unterschied in den Gruppen A1/A2 ($p = 0,013$) und B1/B2 ($p < 0,0001$). In beiden Fällen (BMI < 30 oder BMI ≥ 30) wurden bei Notfalloperationen weniger häufig bilateraler Mammaria-Bypasses verwendet (*siehe Tabellen 8 und 9*).

4.2.4 Ejektionsfraktion $< 30\%$

Die Ejektionsfraktion oder Auswurfraction (EF) beschreibt das Verhältnis des linksventrikulären Schlagvolumens im Vergleich zum enddiastolischen Ventrikelvolumen und wird in Prozent angegeben. Eine EF $< 30\%$ signalisierte hierbei eine schwerwiegende linksventrikuläre Insuffizienz.

Präoperativ hatten ähnlich viele Patienten in den Gruppen A/B und A1/B1 eine EF $< 30\%$ (2,8% vs. 3,6%, $p = 0,073$ und 3,3% vs. 3,8%, $p = 0,517$) Auch der Vergleich der koronarchirurgischen Gruppen mit oder ohne BIMA und mit BMI < 30 oder BMI ≥ 30 ergab vergleichbare Zahlen (Gruppe A1 vs. A2, $p = 0,248$; Gruppe B1 vs. B2, $p = 0,981$) (*siehe Tabellen 8 und 9*).

4.2.5 Niereninsuffizienz / Dialyse

Niereninsuffizienz erhöht das Risiko für postoperatives Auftreten von akutem Nierenversagen (ANV) und kann perioperativ zu Entgleisungen des Elektrolyt-, Säure-Basen- und Volumenhaushaltes im Rahmen der Anwendung von extrakorporaler Zirkulation (EKZ) und Kardioplegielösung führen. In der Auswertung wurden alle

Patienten mit kompensierter Niereninsuffizienz, Dialysepflicht und Zustand nach Nierentransplantation als niereninsuffizient gewertet.

In der Patientengruppe mit BMI ≥ 30 (Gruppe A) wurden 136 Patienten mit Niereninsuffizienz identifiziert, davon 10 mit Dialysepflicht. Das entspricht 8,4% in der Gesamtgruppe. In Gruppe B (BMI < 30) waren es 889 Patienten mit 86 Dialysepflichtigen (gesamt 8,2%). Ein Unterschied in der Häufigkeit in beiden Gruppen bestand somit nicht ($p = 0,716$). Auch in den BIMA-Gruppen A1/B1 gab es keinen signifikanten Unterschied ($p = 0,084$ bei 7,4% vs. 5,9%).

Der Vergleich der koronarchirurgischen Gruppen mit und ohne BIMA ergab im Kollektiv der adipösen Patienten ebenfalls keinen signifikanten Unterschied (Gruppen A1/A2, $p = 0,589$ bei 7,4% vs. 10,0%), wohl aber im Kollektiv der koronarchirurgischen Patienten mit BMI < 30 (Gruppen B1/B2, $p < 0,0001$ bei 5,9% vs. 9,1%) (*siehe Tabellen 8 und 9*).

4.3 Operationsart

4.3.1 Koronarrevaskularisation

1942 Patienten mit BMI ≥ 30 erhielten eine Koronarrevaskularisation und 9019 Patienten mit BMI < 30 (Gruppen A und B). Das entsprach einem Anteil von 86,3% bzw. 82,8%. In der adipösen Patientengruppe erhielten signifikant mehr Patienten eine Bypassoperation ($p < 0,0001$). In den Gruppen A1, A2, B1 und B2 erhielten alle Patienten eine Koronarrevaskularisation.

Einem isolierten koronarchirurgischen Eingriff unterzogen sich in Gruppe A 78,2%, in Gruppe B 74,0% der Patienten ($p < 0,0001$), in den BIMA-Gruppen ergab die Auswertung einen Anteil von 97,1% im Kollektiv mit $\text{BMI} \geq 30$ (Gruppe A1) versus 96,1% in Gruppe B1 ($p = 0,075$). Die Häufigkeit isolierter aortokoronarer Bypass-Operationen (ACB) war auch vergleichbar in den Gruppen A2 und B2 (84,6% vs. 84,3%, $p = 0,837$), die Gruppe der BIMA-Patienten hatte aber wesentlich häufiger isolierte ACB-Operationen (Gruppen A1 vs. A2, $p < 0,0001$; Gruppen B1 vs. B2, $p < 0,0001$) (*siehe Tabellen 10 und 11*).

4.3.2 Isolierte Klappenoperationen

Nur ein geringer Teil des Patientenkollektivs unterzog sich einer isolierten Herzklappenoperation ohne gleichzeitige Bypassanlage. Signifikant häufiger waren dies Patienten mit $\text{BMI} < 30$ und zwar 1539 im Vergleich zu 265 aus Gruppe A (14,1% vs. 11,8%, $p = 0,003$) (*siehe Tabelle 10*).

4.3.3 Kombinationseingriffe

In der Auswertung wurde jenes Patientenkollektiv erfasst, welches sich neben einer aortokoronaren Bypassoperation in derselben Sitzung einem klappenchirurgischen Eingriff unterzog. Dabei waren die Patientengruppen mit $\text{BMI} \geq 30$ und $\text{BMI} < 30$ überwiegend vergleichbar. Im Gesamtkollektiv waren dies 166 Patienten (7,4% aus Gruppe A) versus 874 Patienten (8,0% aus Gruppe B, $p = 0,254$). Im Kollektiv der Patienten mit BIMA-Grafting erhielten in der Gruppe A1 ($\text{BMI} \geq 30$) 28 Patienten (2,9%) einen Kombinationseingriff, in der Gruppe B1 ($\text{BMI} < 30$) 156 Patienten (3,9%, $p = 0,131$). In der Gruppe der bypassoperierten Patienten ohne Verwendung eines

bilateralen Mammaria-Grafts (Gruppen A2/B2) zeigten sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede bezogen auf die Häufigkeit eines Kombinationseingriffes und des Körpergewichts (14,1% vs. 14,3%, $p = 0,852$). (*siehe Tabellen 10 und 11*)

Im Direktvergleich des koronarchirurgischen Kollektivs hingegen variiert die Häufigkeit der Kombinationseingriffe signifikant. Bei den Patienten mit $BMI \geq 30$ wurde ein Kombinationseingriff wesentlich seltener durchgeführt (in 2,9% der Fälle), wenn beide Arteriae mammae internae als Transplantate verwendet wurden. Wurde kein BIMA-Grafting durchgeführt, so gab es in 14,1% der Fälle eine zusätzlichen Klappen-Operation in gleicher Sitzung ($p < 0,0001$). Dasselbe Bild zeigte sich im Vergleich der Patienten mit einem $BMI < 30$. Mit BIMA-Bypasses kam es nur in 3,9% der Fälle ($n = 156$), ohne BIMA-Bypass in 14,3% ($n = 724$) zu einer kombinierten Operation ($p < 0,0001$). Unabhängig vom Körpergewicht wurde ein Kombinationseingriff in den meisten Fällen ohne bilaterales Mammaria-Grafting durchgeführt (*siehe Tabellen 10 und 11*).

4.3.4 Sonstige Eingriffe

Sonstige Eingriffe umfassten die Operation von Aortenaneurysmen, aortalen Ektasien, Herztumoren, Perikarderkrankungen oder Vitien. Hinsichtlich der Häufigkeit dieser Eingriffe waren die untersuchten Gruppen vergleichbar.

Insgesamt 10 Patienten mit $BMI \geq 30$ unterzogen sich einer isolierten Aortenaneurysmaoperation, das entsprach 0,4% des Kollektivs. Bei den Patienten mit $BMI < 30$ waren es 68 Patienten (0,6%, $p = 0,311$). Kongenitale Vitien führten in 0,6% vs. 0,9% zu operativen Eingriffen (Gruppen A vs. B, $p = 0,142$). Herztumore wurden

bei 3 Patienten in Gruppe A und 21 Patienten in Gruppe B operiert (0,1% vs. 0,2%). Sonstige, nicht im Einzelnen gelistete Eingriffe wurden in 0,2 % der Fälle bei BMI \geq 30 durchgeführt (n = 5), im Kollektiv der Patienten mit einem Body Mass Index unter 30 in 0,4% der Fälle (n = 43) (siehe Tabellen 10 und 11).

OPERATIONS-ART	Gruppe A	Gruppe B	p - Wert	Gruppe A1	Gruppe B1	p - Wert
	BMI \geq 30 n=2251	BMI < 30 n=10888		BMI \geq 30 BIMA- Grafting n=962	BMI < 30 BIMA- Grafting n=3958	
ACB (aortokoronarer Bypass)	1942 (86,3%)	9019 (82,8%)	< 0,0001	962 (100%)	3958 (100%)	-
Isolierter ACB Anteil BIMA	1761 (78,2%) 53,0%	8052 (74,0%) 47,0%	< 0,0001	934 (97,1%)	3802 (96,1%)	0,075
Isolierte Klappen - OP	265 (11,8%)	1539 (14,1%)	0,003	0	0	-
Kombi - OP	166 (7,4%)	874 (8,0%)	0,254	28 (2,9%)	156 (3,9%)	0,131
Sonstige Eingriffe	32 (1,4%)	226 (2,1%)	-	0	0	-
Reoperationen	64 (2,8%)	441 (4,1%)	0,007	12 (1,2%)	69 (1,7%)	0,278

Tabelle 10: Übersicht Operationsart der Patientengruppen A/B und A1/B1 (prozentualer Anteil an Gesamtkollektiv in Klammern).

	Gruppe A2	Gruppe B2		Gruppen A1/A2	Gruppen B1/B2
OPERATIONS- ART	<i>BMI ≥ 30</i> <i>ACB ohne</i> <i>BIMA</i> <i>n=980</i>	<i>BMI < 30</i> <i>ACB ohne</i> <i>BIMA</i> <i>n=5061</i>	<i>p - Wert</i>	<i>Vergleich</i> <i>Koronar-</i> <i>chirurgisches</i> <i>Kollektiv</i> <i>BMI ≥ 30</i> <i>p - Wert</i>	<i>Vergleich</i> <i>Koronar-</i> <i>chirurgisches</i> <i>Kollektiv</i> <i>BMI < 30</i> <i>p - Wert</i>
ACB (aortokoronarer Bypass)	980 (100%)	5061 (100%)	-	-	-
Isolierter ACB <i>Anteil BIMA</i>	829 (84,6%) <i>0%</i>	4268 (84,3%) <i>0%</i>	<i>0,837</i>	< 0,0001	< 0,0001
Isolierte Klappen - OP	0	0	-	-	-
Kombi - OP	138 (14,1%)	724 (14,3%)	<i>0,852</i>	< 0,0001	< 0,0001
Sonstige Eingriffe	0	0	-	-	-
Reoperationen	39 (4,0%)	192 (3,8%)	<i>0,781</i>	< 0,0001	< 0,0001

Tabelle 11: Übersicht Operationsart der Patientengruppen A2/B2 und Vergleich A1/A2 und B1/B2 (prozentualer Anteil an Gesamtkollektiv in Klammern).

4.3.5 Reoperationen

Reoperationen beinhalteten Zweit- oder Dritteingriffe. Dies war im Gruppenvergleich bei den Patienten mit BMI < 30 häufiger der Fall (in Gruppe A 2,8% der Fälle vs. 4,1% der Fälle in Gruppe B, $p = 0,007$), In der BIMA-Gruppe zeigten sich jedoch keine signifikanten Unterschiede (in Gruppe A1 1,2% der Fälle vs. 1,7% der Fälle in Gruppe B, $p = 0,278$). Ein ähnliches Bild bot die Gruppe der bypassoperierten Patienten ohne

Verwendung eines BIMA-Transplantates (Gruppe A2 4,0% der Fälle vs. 3,8% der Fälle in Gruppe B2, $p = 0,781$).

Reoperationen waren statistisch signifikant seltener im koronarchirurgischen Patientenkollektiv mit $BMI \geq 30$, wenn bilateral die IMA verwendet wurde ($p < 0,0001$), gleiches ließ sich auch für alle Patienten mit $BMI < 30$ aufzeigen ($p < 0,0001$) (*siehe Tabellen 10 und 11*).

4.4 Operative Daten

4.4.1 Operationszeit

Die Operationsdauer kann die perioperative Komplikationsrate beeinflussen. Hier zeigten sich in allen Untergruppen signifikante Unterschiede.

Insgesamt war die Operationsdauer bei allen Patienten mit $BMI \geq 30$ gering, aber statistisch signifikant erhöht. Im Mittel dauerte der Eingriff 8 Minuten länger (179,7 min. vs. 171,7 min, $p < 0,0001$), wobei der kürzeste Eingriff in der Gruppe A bei 65 Minuten, in Gruppe B bei 55 Minuten lag, der längste Eingriff im Vergleich dazu bei 625 Minuten bzw. 960 Minuten ($\sigma = \pm 51,8$ vs. $\sigma = \pm 52,8$).

Wurden nur die Patienten mit BIMA-Grafting betrachtet, so zeigte sich in der Gruppe der Patienten mit $BMI \geq 30$ eine durchschnittliche Operationsdauer von 195,1 Minuten vs. 189,7 Minuten im Kollektiv mit $BMI < 30$. Die einzelne OP-Dauer reichte dabei von 100-480 Minuten in Gruppe A1 zu 85-600 Minuten in Gruppe B1 ($\sigma = \pm 41,3$ vs. $\sigma = \pm 46,8$, $p < 0,0001$). Gleichmaßen verhielten sich die Zahlen in der Gruppe der

Patienten mit aortokoronarer Bypassoperation ohne bilateralem Mammaria-Grafting (175,5 min in der Gruppe mit BMI ≥ 30 vs. 167,2 min in der Gruppe mit BMI <30 , $p < 0,0001$).

Naturgemäß dauerte die Operation bei BIMA-Grafting aufgrund der zusätzlichen Präparationszeit länger, als bei der Verwendung einer Arteria mammaria interna und/oder venösen Gefäßen. Im Patientenkollektiv mit BMI ≥ 30 und BIMA-Anlage wurden durchschnittlich 19,6 Minuten mehr, im Vergleich der Patienten mit BMI < 30 durchschnittlich 22,5 Minuten mehr benötigt (p jeweils $< 0,0001$) (*siehe Tabellen 12 und 13*).

4.4.2 Bypasszeit

Die Bypasszeit beschreibt den Beginn und das Ende der extrakorporalen Zirkulation (EKZ). Analog zu den Ergebnissen der Gesamt-Operationszeit zeigte sich auch bei Vergleich der Bypasszeit eine längere Dauer bei den Patienten mit Body Mass Index ≥ 30 .

Dauerte die Zeit der EKZ bei den übergewichtigen Patienten im Durchschnitt 85,5 Minuten, so lag diese bei den Patienten mit niedrigerem BMI bei einem Mittelwert von 83,2 Minuten. Die weiteren Ergebnisse sind den Tabellen 12 und 13 zu entnehmen.

4.4.3 Abklemmzeit

Die Abklemmzeit beschreibt die Zeit der Unterbrechung der myokardialen Blut- und Sauerstoffversorgung infolge Abklemmens der Aorta ascendens bis zur Lösung dieser Sperre.

Im Mittel betrug die Abklemmzeit in der Gruppe der Patienten mit BMI < 30 $58,3 \pm 23,4$ Minuten und in der Gruppe mit BMI ≥ 30 $60,4 \pm 23,3$ Minuten ($p < 0,0001$). Auch in der BIMA Gruppe und der Gruppe der übrigen koronarchirurgischen Patienten war Abklemmzeit bei Adipositas länger (Gruppen A1 vs. B1 mit $64,0 \pm 18,5$ min vs. $63,0 \pm 19,6$, $p = 0,025$, Gruppen A2 vs. B2 mit $58,3 \pm 25,5$ vs. $56,1 \pm 24,2$, $p = 0,016$). Die weiteren Daten sind den Tabellen 12 und 13 zu entnehmen.

4.4.4 Anastomosenzahl bei aortokoronarer Bypassoperation

Bei Patienten mit einem BMI ≥ 30 wurden signifikant mehr Anastomosen angelegt als in der Gruppe mit BMI < 30 (2,8 vs. 2,7, $p = 0,005$). Bei BIMA-Grafting ergab sich kein wesentlichen Unterschied in Bezug auf das Körpergewicht und Anzahl der Anastomosen (Mittelwert jeweils 3,7, $\sigma = \pm 0,91$ bzw. 0,93, $p = 0,912$). Naturgemäß wurden ohne BIMA-Bypasses im Mittel nur 2,8 Anastomosen gefertigt (*siehe Tabellen 12 und 13*).

	Gruppe A	Gruppe B		Gruppe A1	Gruppe B1	
OPERATIVE DATEN	<i>BMI ≥ 30</i> <i>n=2251</i>	<i>BMI < 30</i> <i>n=10888</i>	<i>p - Wert</i>	<i>BMI ≥ 30</i> <i>BIMA-Grafting</i> <i>n=962</i>	<i>BMI < 30</i> <i>BIMA-Grafting</i> <i>n=3958</i>	<i>p - Wert</i>
Operationszeit						
Mittelwert	179,7 min.	171,7 min.		195,1 min.	189,7 min.	
Min – Max	65-625 min.	55-960 min.	< 0,0001	100-480 min.	85-600 in.	< 0,0001
Standardabweichung	$\sigma = \pm 51,8$	$\sigma = \pm 52,8$		$\sigma = \pm 41,3$	$\sigma = \pm 46,8$	
Bypasszeit						
Mittelwert	85,5 min.	83,2 min.		88,7 min.	87,3 min.	
Min – Max	16-303 min.	0-455 min.	< 0,0001	35-254 min.	28-455min.	< 0,016
Standardabweichung	$\sigma = \pm 29,8$	$\sigma = \pm 30,8$		$\sigma = \pm 24,8$	$\sigma = \pm 27,8$	
Abklemmzeit						
Mittelwert	60,4 min.	58,3 min.		64,0 min.	63,0 min.	
Min – Max	0-242 min.	0-322 min.	< 0,0001	0-160 min.	0-322 min.	< 0,025
Standardabweichung	$\sigma = \pm 23,3$	$\sigma = \pm 23,4$		$\sigma = \pm 18,5$	$\sigma = \pm 19,6$	
Anastomosenanzahl						
Mittelwert	2,8	2,7		3,7	3,7	
Min – Max	0-7	0-7	0,005	2-7	2-7	0,912
Standardabweichung	1,5	1,56		0,91	0,93	

Tabelle 12: Übersicht der operativen Daten der Patientengruppen A/B und A1/B1

	Gruppe A2	Gruppe B2		Gruppen A1/A2	Gruppen B1/B2
OPERATIVE DATEN	<i>BMI ≥ 30</i> <i>ACB ohne BIMA</i> <i>n=980</i>	<i>BMI < 30</i> <i>ACB ohne BIMA</i> <i>n=5061</i>	p - Wert	<i>Vergleich</i> <i>Koronar-</i> <i>chirurgisches</i> <i>Kollektiv</i> <i>BMI ≥ 30</i> p – Wert	<i>Vergleich</i> <i>Koronar-</i> <i>chirurgisches</i> <i>Kollektiv</i> <i>BMI < 30</i> p – Wert
Operationszeit					
Mittelwert	175,5 min.	167,2 min.			
Min – Max	65-625 min.	60-570 min.	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Standardabweichung	$\sigma = \pm 54,0$	$\sigma = \pm 50,3$			
Bypasszeit					
Mittelwert	86,4 min.	83,6 min.			
Min – Max	26-303 min.	0-387 min.	0,011	<0,0001	<0,0001
Standardabweichung	$\sigma = \pm 32,2$	$\sigma = \pm 31,3$			
Abklemmzeit					
Mittelwert	58,3 min.	56,1 min.			
Min – Max	0-226 min.	0-215 min.	0,016	<0,0001	<0,0001
Standardabweichung	$\sigma = \pm 25,5$	$\sigma = \pm 24,2$			
Anastomosenanzahl					
Mittelwert	2,8	2,8			
Min – Max	0-7	0-6	0,308	<0,0001	<0,0001
Standardabweichung	1,04	1,01			

Tabelle 13: Übersicht der operativen Daten der Patientengruppen A2/B2 und Vergleich A1/A2 und B1/B2

4.5 Komplikationsrate

4.5.1 Wundinfektion

Wundinfektionen können postoperativ nach herzchirurgischen Eingriffen auftreten und sich in oberflächlichen oder tiefer gelegenen Entzündungen des Thorax oder des Beines (Entnahmestelle venöser Grafts) manifestieren. Selten kommt es zur Infektionen des Mediastinums (Mediastinitis).

Im Gesamtkollektiv aller adipösen herzchirurgischen Patienten kam es signifikant häufiger zu postoperativen Wundinfekten (9,1% vs. 7,4% in der Gruppe der Patienten mit BMI < 30, $p = 0,005$). In der Koronarchirurgie zeigte sich dies analog im Kollektiv der Patienten ohne BIMA-Grafting (10,5% vs. 7,1%, $p < 0,0001$). Bei bilateraler Verwendung der IMA gab es jedoch bezogen auf das Körpergewicht keinen signifikanten Unterschied. Vergleichbare Wundinfektionsraten waren in der Gegenüberstellung der BIMA und nicht-BIMA Gruppe zu beobachten (Gruppen A1/A2 bzw. B1/B2) (*siehe Tabellen 14 und 15*).

Für die Untergruppe jener Patienten ohne Diabetes Mellitus zeigte sich kein signifikanter Unterschied in der Rate der Wundinfektionen (jeweils 5,1%).

4.5.2 Wundrevision

Postoperative Wundheilungsstörungen und Wundinfektionen können eine Wundrevision erforderlich machen. Eine Wundrevision war insgesamt in 1,1% der Fälle mit BMI ≥ 30 notwendig, bei BMI < 30 in 0,9% der Fälle ($p = 0,130$). Deutlich häufiger kam es zu Wundrevisionen in der Gruppe mit BMI < 30 der BIMA-Patienten

verglichen mit der Gruppe der Patienten mit unilateraler oder keiner Verwendung der IMA (1,2% bei BIMA vs. 0,6% ohne BIMA, $p < 0,0001$). Bei adipösen Patienten gab es hingegen keine signifikanten Unterschiede, unabhängig von der bilateralen Verwendung der Arteriae mammae internae. (*siehe Tabellen 14 und 15*).

4.5.3 Sternumrevision

Infolge Infektion oder mechanischer Dehiszenz im Bereich des Sternums kann nach herzchirurgischen Eingriffen die Notwendigkeit einer operativen Sternumrevision entstehen.

Dies war bei Patienten mit $\text{BMI} \geq 30$ häufiger der Fall als bei Patienten mit $\text{BMI} < 30$ (1,6% vs. 0,7%, $p < 0,0001$). Ähnlich zeigte sich das Ergebnis bei Revaskularisation ohne BIMA-Grafting ($\text{BMI} \geq 30$ 1,2% vs. 0,5% bei $\text{BMI} < 30$, $p = 0,010$). Im Patientenkollektiv der BIMA-Patienten beeinflusste das Körpergewicht die Inzidenz nicht. Bei $\text{BMI} \geq 30$ spielte die Revaskularisationsmethode keine Rolle, bei den Patienten mit $\text{BMI} < 30$ zeigte sich eine erhöhte Anzahl an Sternumrevisionen in der BIMA-Gruppe (*siehe Tabellen 14 und 15*).

4.5.4 Rethorakotomie

Zur Rethorakotomie kam es in der Gruppe der Patienten mit Body Mass Index ≥ 30 in 106 Fällen (4,7%), in der Gruppe mit $\text{BMI} < 30$ in 541 Fällen (5,0%, $p = 0,604$). Gründe für eine Rethorakotomie stellten meist Blutungen dar, gefolgt von anderen selteneren Gründen wie Graftproblemen, Tamponaden, Low Cardiac Output oder Prothesendysfunktion.

In der koronarchirurgischen Patientengruppe mit und ohne BIMA-Grafting zeigte sich ebenfalls kein relevanter Unterschied bezogen auf das Körpergewicht. Signifikant häufiger kam es allerdings bei den Patienten mit den Merkmalen BMI < 30 und BIMA-Grafting zur Rethorakotomie verglichen zu den Patienten mit BMI < 30 und Bypass-Operation ohne BIMA-Verwendung (5,9% vs. 3,9%, $p < 0,0001$). Die Rethorakotomierate wurde nicht durch erhöhtes Körpergewicht beeinflusst (*siehe Tabellen 14 und 15*).

KOMPLIKATIONS- RATE	Gruppe A	Gruppe B	p - Wert	Gruppe A1	Gruppe B1	p - Wert
	<i>BMI ≥ 30</i> N=2251	<i>BMI < 30</i> n=10888		<i>BMI ≥ 30</i> <i>BIMA- Grafting</i> n=962	<i>BMI < 30</i> <i>BIMA- Grafting</i> n=3958	
Wundinfektion	205 (9,1%)	803 (7,4%)	0,005	80 (8,3%)	273 (6,9%)	0,126
<i>Ohne Diabetiker</i>	116 (5,1 %)	554 (5,1%)	0,9	40	159	0,26
Wundrevision (<i>Ohne Rethorakotomie</i>)	25 (1,1%)	86 (0,9%)	0,130	15 (1,6%)	49 (1,2%)	0,430
Sternumrevision	35 (1,6%)	80 (0,7%)	<0,0001	19 (2,0%)	48 (1,2%)	0,067
<i>Ohne Diabetiker</i>	20 (0,9%)	54 (0,5%)	0,023	10 (1,0%)	28 (0,7%)	0,13
Rethorakotomie	106 (4,7%)	541 (5,0%)	0,604	53 (5,5%)	233 (5,9%)	0,654
Postoperative Nachblutungsmenge						
Mittelwert (ml)	884,9	936,9		1021,0	1116,2	<0,0001
Min – Max (ml)	50-15330	40-46250	0,143	235-15330	50-46250	
Standardabweichung	$\sigma = \pm 777,2$	$\sigma = \pm 934,5$		$\sigma = \pm 816,9$	$\sigma = \pm 1109,1$	
Postoperative Myokardinfarkte	61 (2,7%)	393 (3,6%)	0,029	25 (2,6%)	148 (3,7%)	0,085
Cerebrovaskuläre Ereignisse bis Entlassung	7 (0,3%)	64 (0,6%)	0,103	1 (0,1%)	25 (0,6%)	0,072

Tabelle 14: Übersicht der Komplikationsraten der Patientengruppen A/B und A1/B1

KOMPLIKATIONS- RATE	Gruppe A2	Gruppe B2	p - Wert	Gruppen A1/A2	Gruppen B1/B2
	<i>BMI ≥ 30</i> <i>ACB ohne</i> <i>BIMA</i> <i>n=980</i>	<i>BMI < 30</i> <i>ACB ohne</i> <i>BIMA</i> <i>n=5061</i>		<i>Vergleich</i> <i>Koronar-</i> <i>chirurgisches</i> <i>Kollektiv</i> <i>BMI ≥ 30</i> <i>p - Wert</i>	<i>Vergleich</i> <i>Koronar-</i> <i>chirurgisches</i> <i>Kollektiv</i> <i>BMI < 30</i> <i>p - Wert</i>
Wundinfektion	103 (10,5%)	363 (7,1%)	<0,0001	0,098	0,613
Wundrevision (Ohne Rethorakotomie)	8 (0,8%)	28 (0,6%)	0,327	0,130	< 0,0001
Sternumrevision	12 (1,2%)	26 (0,5%)	0,010	0,187	<0,0001
Rethorakotomie	36 (3,7%)	197 (3,9%)	0,744	0,053	< 0,0001
Postoperative Nachblutungsmenge Mittelwert (ml) Min – Max (ml) Standardabweichung	783,7 50-7000 $\sigma = \pm 594,7$	840,3 50-10280 $\sigma = \pm 728,2$	0,310	< 0,0001	< 0,0001
Postoperative Myokardinfarkte	34 (3,5%)	219 (4,3%)	0,220	0,264	0,161
Cerebrovaskuläre Ereignisse bis Entlassung	4 (0,4%)	24 (0,5%)	0,690	0,179	0,888

Tabelle 15: Übersicht der Komplikationsraten der Patientengruppen A2/B2 und Vergleich A1/A2 und B1/B2

4.5.5 Postoperative Nachblutungsmenge

Bei den Patienten mit BMI ≥ 30 war die Nachblutungsmenge nicht erhöht. Betrug diese im Gesamtkollektiv der Patienten mit BMI < 30 im Mittel 936,9 ml \pm 934,5 ml, zeigte sich bei Adipositas sogar eine geringere Menge mit durchschnittlich 884,9 ml \pm 777,2 ml ($p = 0,143$).

Bei operativer Bypassversorgung mittels BIMA waren signifikant weniger Nachblutungen bei Adipositas zu beobachten. Der Blutverlust betrug hier im Mittel 1021,0 ml \pm 816,9 ml bei BMI ≥ 30 und im Mittel 1116,2 ml \pm 1109,1 ml bei BMI < 30 und BIMA-Grafting ($p < 0,0001$). Es ergab sich kein Unterschied in den Gruppen A1 und B1 des koronarchirurgischen Kollektivs ohne BIMA-Grafts. Insgesamt war die Nachblutungsmenge aber unabhängig vom Körpergewicht des Patienten erhöht, wenn beide Arteriae Mammariae Internae zur Revaskularisation verwendet wurden (*siehe Tabellen 14 und 15*).

4.5.6 Postoperative Myokardinfarkte

Postoperative Myokardinfarkte waren mit einer Inzidenz von 3,6% signifikant häufiger im Kollektiv der Patienten mit BMI < 30 zu beobachten, als bei bestehender Adipositas (2,7%, $p = 0,029$).

Weder das Merkmal Adipositas, noch das Merkmal BIMA-Grafting oder deren Kombination hatten Einfluss auf die postoperative Herzinfarktrate (*siehe Tabellen 14 und 15*).

4.5.7 Cerebrovaskuläre Ereignisse

Cerebrovaskuläre Ereignisse beinhalteten kurzfristige oder anhaltende neurologische Defizite wie transitorische ischämische Attacken (TIA), prolongierte reversible ischämische neurologische Defizite (PRIND), Apoplexie oder cerebrale Blutungen.

Insgesamt lag die Häufigkeit mit 0,3% der Fälle in der Adipositas-Gruppe sehr niedrig. Einen Unterschied zur Gruppe mit den Patienten mit BMI < 30 ergab sich nicht. Die genauen Zahlen sind den Tabellen 14 und 15 zu entnehmen.

4.6 Perioperativer Verlauf

4.6.1 Nachbeatmungsdauer

Die Nachbeatmungsdauer lag bei den adipösen herzchirurgischen Patienten signifikant höher, als bei den Patienten mit BMI < 30 (durchschnittlich $1,61 \pm 3,43$ Tagen vs. $1,50 \pm 3,70$ Tage, $p = 0,04$). Signifikant erhöht war sie auch bei den adipösen Patienten ohne BIMA-Grafting. (Gruppe A2 $1,6 \pm 3,10$ Tage vs. Gruppe B2 $1,40 \pm 2,87$ Tage, $p = 0,009$).

Das Körpergewicht beeinflusste in der Gruppe der BIMA-Patienten die Nachbeatmungsdauer nicht (*siehe Tabellen 16 und 17*).

4.6.2 Intensivaufenthaltsdauer

Der postoperative Aufenthalt auf der Intensivstation war unabhängig des Body Mass Index vergleichbar. Bei BMI ≥ 30 betrug er $2,58 \pm 4,44$ Tage und bei BMI < 30 $2,37 \pm 4,34$ Tage ($p = 0,381$). Gleiches galt für die BIMA-Gruppen. Die genaue Intensivaufenthaltsdauer der einzelnen Untergruppen sind in den Tabellen 16 und 17 gelistet.

4.6.3 Gesamtdauer stationärer Aufenthalt

Die mittlere Aufenthaltsdauer betrug bei BMI ≥ 30 $8,64 \pm 5,83$ Tage. Bei BMI < 30 lag die durchschnittliche stationäre Behandlungszeit deutlich höher bei $9,61 \pm 6,37$ Tagen ($p < 0,0001$).

Unabhängig vom Körpergewicht zeigt sich im Vergleich der BIMA-Gruppen eine deutlich längere Verweildauer in der Klinik. Patienten der Gruppe A1 (BMI ≥ 30 und BIMA) blieben durchschnittlich $10,22 \pm 7,15$ Tage stationär, Patienten der Gruppe A2 (BMI ≥ 30 und keine BIMA) $8,79 \pm 5,56$ Tage ($p < 0,0001$). Patienten der Gruppe B1 (BMI < 30 und BIMA) blieben durchschnittlich 1,79 Tage länger im Krankenhaus, als Patienten der Gruppe B2 (BMI < 30 und kein BIMA) ($p < 0,0001$, *siehe Tabellen 16 und 17*).

	Gruppe A	Gruppe B		Gruppe A1	Gruppe B1	
PERIOPERATIVER VERLAUF	<i>BMI ≥ 30</i> <i>N=2251</i>	<i>BMI < 30</i> <i>n=10888</i>	<i>p - Wert</i>	<i>BMI ≥ 30</i> <i>BIMA- Grafting</i> <i>n=962</i>	<i>BMI < 30</i> <i>BIMA- Grafting</i> <i>n=3958</i>	<i>p - Wert</i>
Nachbeatmungs- dauer (d)						
Mittelwert (ml)	1,61 d	1,50 d	0,040	1,63 d	1,58 d	0,485
Min – Max (ml)	0-49 d	0-124 d		0-49 d	0-124 d	
Standardabweichung	$\sigma = \pm 3,43$	$\sigma = \pm 3,70$		$\sigma = \pm 3,77$	$\sigma = \pm 4,30$	
Intensiv- aufenthaltsdauer (d)						
Mittelwert (ml)	2,58 d	2,37 d	0,381	2,63 d	2,46 d	0,960
Min – Max (ml)	1-57 d	1-124 d		1-57 d	1-124 d	
Standardabweichung	$\sigma = \pm 4,44$	$\sigma = \pm 4,34$		$\sigma = \pm 4,91$	$\sigma = \pm 4,82$	
Gesamtstationärer Aufenthalt (d)						
Mittelwert (ml)	8,64 d	9,61 d	<0,0001	10,22 d	9,56 d	<0,0001
Min – Max (ml)	1-124 d	1-103 d		1-103 d	1-124 d	
Standardabweichung	$\sigma = \pm 5,83$	$\sigma = \pm 6,37$		$\sigma = \pm 7,15$	$\sigma = \pm 6,10$	
Gesamtmortalität stationärer Aufenthalt (Entlassungsart Tod)	45 (2,0%)	299 (2,7%)	0,043	13 (1,4%)	95 (2,4%)	0,046
30-Tage-Mortalität	44 (2,0%)	280 (2,6%)	0,086	13 (1,4%)	88 (2,0%)	0,087

Tabelle 16: Übersicht des perioperativen Verlaufs der Patientengruppen A/B und A1/B1

	Gruppe A2	Gruppe B2		Gruppen A1/A2	Gruppen B1/B2
PERIOPERATIVER VERLAUF	<i>BMI ≥ 30 ACB ohne BIMA n=980</i>	<i>BMI < 30 ACB ohne BIMA n=5061</i>	<i>p - Wert</i>	<i>Vergleich Koronar-chirurgisches Kollektiv BMI ≥ 30 p - Wert</i>	<i>Vergleich Koronar-chirurgisches Kollektiv BMI < 30 p - Wert</i>
Nachbeatmungsdauer (d)					
Mittelwert (ml)	1,60 d	1,40 d			
Min – Max (ml)	1-42 d	1-98 d	0,009	0,189	0,953
Standardabweichung	$\sigma = \pm 3,10$	$\sigma = \pm 2,87$			
Intensiv-aufenthaltsdauer (d)					
Mittelwert (ml)	2,51 d	2,21 d			
Min – Max (ml)	1-45 d	1-118 d	0,009	0,970	<0,0001
Standardabweichung	$\sigma = \pm 3,84$	$\sigma = \pm 3,64$			
Gesamtstationärer Aufenthalt (d)					
Mittelwert (ml)	8,79 d	7,77 d			
Min – Max (ml)	1-60 d	1-117 d	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Standardabweichung	$\sigma = \pm 5,56$	$\sigma = \pm 5,28$			
Gesamt mortalität stationärer Aufenthalt (Entlassungsart Tod)	31 (3,2%)	148 (3,0%)	0,686	0,007	0,127
30-Tage-Mortalität	30 (3,1%)	141 (2,8%)	0,634	0,010	0,092

Tabelle 17: Übersicht des perioperativen Verlaufs der Patientengruppen A2/B2 und Vergleich A1/A2 und B1/B2

4.6.4 Mortalität während des stationären Aufenthaltes

Insgesamt zeigte sich in der Auswertung eine geringere Mortalität in der Gruppe der Patienten mit BMI ≥ 30 . In Gruppe A verstarben 40 Patienten während der stationären Behandlung, in Gruppe B 299 Patienten (2,0% vs. 2,7%, $p = 0,043$). Auch in der Gruppe der BIMA-Patienten war ein signifikanter Unterschied festzustellen (1,4% bei BMI ≥ 30 und BIMA vs. 2,4% bei BMI < 30 und BIMA, $p = 0,046$).

In der Gruppe der Patienten mit BMI < 30 war kein signifikanter Unterschied in der Sterblichkeit hinsichtlich des verwendeten Transplantates zu erkennen (*siehe Tabellen 16 und 17*).

4.6.5 30-Tage-Mortalität

Die 30-Tage-Sterblichkeit wurde nicht signifikant durch das Körpergewicht beeinflusst, jedoch in Bezug auf die Transplantatwahl. In der Patientengruppe mit BMI ≥ 30 verstarben insgesamt 2,0% aller Patienten im Vergleich zu 2,6% in der Gruppe mit BMI < 30 ($p = 0,086$). Kein Unterschied zeigte sich auch in den Gruppen mit oder ohne BIMA-Grafting (A1 vs. B1 und A2 vs. B2).

Die 30-Tage-Mortalität betrug bei Patienten mit einem Body Mass Index ≥ 30 und Verwendung bilateraler Arteriae Mammariae Grafts 1,4%, bei Bypassoperationen unter Verwendung einer oder keiner Arteria Mammaria jedoch 3,1% ($p = 0,010$). Bei Patienten mit einem BMI < 30 war dieser Unterschied ebenfalls sichtbar, hier aber ohne Signifikanz.

4.7 Multivariate Analyse der 30-Tage-Mortalität

4.7.1 Risiko der 30-Tage-Mortalität bei BMI ≥ 30 im Gesamtkollektiv

In einer multivariaten Analyse mittels logistischer Regression wurden Risikomerkmale für eine erhöhte 30-Tage-Sterblichkeit im Gesamtkollektiv aller Patienten (Gruppen A und B) gesucht.

Die Auswertung zeigte hier bei einer Odds Ratio von $\text{Exp}(B) = 0,87$ (95% Konfidenzintervall 0,53-1,20) ein niedrigeres Risiko bei BMI ≥ 30 innerhalb der ersten 30 Tage nach herzchirurgischem Eingriff zu versterben. Dieser Unterschied war allerdings nicht signifikant ($p = 0,39$).

Auch das Vorliegen eines Diabetes Mellitus hatte keinen Einfluss auf die Mortalität, während die Sterblichkeit in den ersten 30 Tagen am höchsten bei Reoperationen (4,0-fach erhöhtes Risiko), Notfall Operationen (3,8-fach erhöhtes Risiko), sowie bei präoperativ bestehender verminderter LVEF $< 30\%$ (linksventrikulärer Ejektionsfunktion) mit 2,38-fach erhöhtem Risiko liegt (alle Risikofaktoren signifikant mit $p < 0,001$). Ebenso besteht eine signifikant erhöhte Sterblichkeit bei Vorliegen einer Niereninsuffizienz (Odds Ratio $\text{Exp}(B) = 1,69$, 95% Konfidenzintervall 1,14-2,16) (siehe Tabelle 18).

Risiko der 30-Tage-Mortalität im Gesamtkollektiv (Gruppen A und B)

Variable	Odds Ratio	95,0% Konfidenzintervall für EXP(B)		Signifikanz
		Exp(B)	Unterer Wert	
Adipositas (BMI \geq 30)	0,867	0,625	1,204	0,394
Vor-Operationen	4,037	2,828	5,765	<0,0001
Notfall-Operation	3,778	2,772	5,150	<0,0001
präoperative linksventrikuläre Ejektionsfunktion < 30%	2,375	1,563	3,609	<0,0001
Niereninsuffizienz	1,569	1,140	2,160	0,006
Alter	1,064	1,050	1,078	<0,0001
Diabetes Mellitus	1,261	0,991	1,604	0,059

***Tabelle 18:** Darstellung des Einflusses ausgesuchter Faktoren für das Risiko innerhalb der ersten 30 Tage nach herzchirurgischem Eingriff zu versterben. Angabe der Odds Ratio Exp(B)), dem 95% Konfidenzintervall und der Signifikanz bezogen auf das Gesamtkollektiv (Gruppen A und B).*

4.7.2 Risiko der 30-Tage-Mortalität bei BMI \geq 30 und BIMA-Grafting

In der Gruppe der mit Doppel-Mammariae Bypasses versorgten Patienten zeigte sich ein ähnliches Bild. In einer multivariaten Analyse ergab sich keine erhöhte 30-Tage – Sterblichkeit im Gesamtkollektiv aller BIMA-Patienten (Gruppen A1 und B2)

Eine erhöhte Sterblichkeit ergab sich auch in dieser Untergruppe bei einer Re-Operation (Odds Ratio Exp(B) = 2,92), bei Durchführung einer Notfalloperation (Odds Ratio Exp(B) = 2,92) und bei präoperativ bestehender eingeschränkter LVEF < 30% (Odds Ratio Exp(B) = 2,64), sowie Vorhandensein einer Niereninsuffizienz (2,47-faches Risiko innerhalb 30 Tage postoperativ zu versterben) (*siehe Tabelle 19*).

Risiko der 30-Tage-Mortalität nach BIMA-Grafting (Gruppen A1 und B2)

Variable	Odds Ratio	95,0% Konfidenzintervall für EXP(B)		Signifikanz
		Exp(B)	Unterer Wert	
Adipositas (BMI ≥ 30)	0,687	0,379	1,246	0,217
Vor-Operationen	7,502	3,652	15,413	<0,0001
Notfall-Operation	2,919	1,539	5,535	0,001
präoperative linksventrikuläre Ejektionsfunktion < 30%	2,641	1,312	5,316	0,007
Niereninsuffizienz	2,470	1,414	4,317	0,001
Alter	1,060	1,035	1,086	<0,0001
Diabetes Mellitus	1,109	0,721	1,708	0,637

Tabelle 19: *Darstellung des Einflusses ausgesuchter Faktoren für das Risiko innerhalb der ersten 30 Tage nach herzchirurgischem Eingriff zu versterben. Angabe der Odds Ratio (Exp(B)), dem 95% Konfidenzintervall und der Signifikanz bezogen auf alle BIMA-operierten Patienten (Gruppen A1 und B1).*

5. Diskussion

5.1. Kardiovaskuläre Eingriffe bei Adipositas (BMI \geq 30)

In den letzten Jahren ist eine alarmierende Zunahme der Anzahl übergewichtiger Menschen in Deutschland und anderen westlichen Industrienationen festzustellen. Deutsche Männer sind zu ca. 18 % mit einem BMI \geq 30 adipös. Bei den erwachsenen Frauen sind etwa knapp 20 % adipös⁷⁰. Auch bei Kindern und Jugendlichen wurde in den letzten Jahren ein Anstieg beobachtet⁵⁵. Gründe hierfür sind mannigfaltig. Ursächlich ist neben familiärer Disposition unser moderner Lebensstil mit Tendenz zur Fehlernährung und verminderte körperliche Bewegung zu sehen⁴². Adipositas ist dabei eine Krankheit, die mit eingeschränkter Lebensqualität und hohem Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko einhergeht¹⁰⁵. Das Risiko eine koronare Herzerkrankung zu entwickeln ist deutlich erhöht, wie unter anderem Langzeitbeobachtungen aus der Framingham-Studie ergaben.^{1, 41, 46, 50, 57, 86, 109}. Somit ist auch im herzchirurgischen Patientengut eine Zunahme adipöser Patienten zu verzeichnen. Waren im Jahre 1994 in der herzchirurgischen Abteilung des Klinikum Bogenhausen noch 10,1% der Patienten als adipös (BMI \geq 30) anzusehen, waren es im Jahr 2004 bereits 24,1%, mehr als doppelt so viele, mit steigender Tendenz. Es erscheint daher sinnvoll zu untersuchen, ob adipöse Patienten aufgrund ihres Gewichtes einem erhöhten Risiko bei herzchirurgischen Eingriffen ausgesetzt sind.

Hierbei scheint seit Langem die Annahme zu gelten, dass Adipositas bei herzchirurgischen Eingriffen zu erhöhten peri- und postoperativen Komplikationsraten führen kann und sich daher das Outcome der übergewichtigen Patienten im Vergleich

zu normalgewichtigen verschlechtert^{5, 40, 97}. Gründe für diese Annahme liegen vermutlich in der Häufung assoziierter Komorbiditäten, wie Diabetes Mellitus, Hypertonie, eingeschränkte Lungenfunktion und andere.^{37, 47, 86} Zudem könnte aufgrund der Körpermasse von einer technisch schwierigeren Operationsdurchführung ausgegangen werden mit entsprechend höherer Komplikationsrate. Die Erwartung einer erschwerten Anästhesieführung im Operationsaal und postoperativ auf Intensivstation mag zudem ein schlechteres Outcome implizieren.⁵³

Als Bestätigung dieser Annahme kann gelten, dass Adipositas als isolierter Risikofaktor auch Eingang in den ursprünglich 1989 erstellten Parsonnet -Score fand, welcher zur präoperativen Abschätzung des Mortalitätsrisikos bei herzchirurgischen Operationen verwendet werden kann.⁸¹

In der Literaturrecherche liefern die in der Vergangenheit dazu durchgeführten Untersuchungen allerdings unterschiedliche Ergebnisse. Einige postulierten tatsächlich erhöhte peri- und/oder postoperative Morbiditäts- oder Mortalitätsraten bei Übergewichtigen.^{39, 84, 87, 88, 102} So beschreiben unter anderem PRASAD et al. Adipositas als isolierten Risikofaktor für eine signifikant höhere perioperative Morbiditätsrate in der Kardiovaskularchirurgie.⁸⁸ In einer anderen großen retrospektiven Untersuchung an 559.004 amerikanischen Patienten mit erstmaliger koronarchirurgischer Operation stellten PRABHAKAR et al. bei einem BMI gleich 35 bis 39,9 ein etwas erhöhtes Operationsrisiko fest (Odds Ratio 1,21, Konfidenzintervall 1,13 - 1,29). Bei einem BMI von ≥ 40 war eine signifikant erhöhte perioperative Mortalität nachzuweisen (Odds Ratio 1,58, Konfidenzintervall 1,45 – 1,73).⁸⁷

Insgesamt ist ein Vergleich der existierenden Studien jedoch schwierig, da das Merkmal Adipositas teils unterschiedlich definiert wird. So verwenden bei weitem nicht alle Autoren die gültige WHO-Definition als gemeinsame Kenngröße, sondern setzen die Grenzen des Body Mass Index in den untersuchten Patientengruppen teils individuell fest.^{40, 89} Zudem werden meist nur Bypassoperationen eingeschlossen und nur teilweise, wie in dieser Arbeit, das gesamte Patientenkollektiv inklusive kombinierter oder isolierter Klappeneingriffe, Aneurysmata und sonstiger Herzoperationen untersucht.

In vorliegender retrospektiven Untersuchung an insgesamt 13.139 Patienten konnte für jene mit Body Mass Index ≥ 30 nach herzchirurgischen Eingriffen keine erhöhte 30-Tage-Mortalität gefunden werden. Verstarben in der adipösen Gruppe 2,0% der Patienten innerhalb der erste 30 Tage, so waren es mit 2,6% mehr in jener mit BMI < 30 . Der Unterschied war jedoch nicht signifikant ($p = 0,086$), so dass von einem identischen Risiko ausgegangen werden kann. Bei Betrachtung der Häufigkeit der Entlassungsart „Tod“ in den Erhebungsbögen war ein BMI < 30 signifikant häufiger zu verzeichnen (2,6% der Fälle vs. 2,0% der Patienten mit BMI ≥ 30). Hierbei war der stationäre Aufenthalt jedoch von unterschiedlicher Dauer und spiegelt nicht die 30-Tage-Sterblichkeit dar.

Um das Merkmal Adipositas als isolierten Risikofaktor für eine erhöhte 30-Tage-Mortalität untersuchen zu können wurde eine binär logistische Regression durchgeführt. Bei einer Odds Ratio Exp (B) = 0,867 (95% Konfidenzintervall 0,625-1,204) hatten Patienten mit einem BMI ≥ 30 sogar bessere Überlebenschancen, wenn auch nicht statistisch signifikant ($p = 0,394$). Erhöhtes Risiko innerhalb der ersten 30 Tage nach herzchirurgischem Eingriff zu versterben bestand hauptsächlich bei Notfall-

Operationen (3,8-faches Risiko), einer reduzierten Ejektionsfraktion < 30% (2,4-faches Risiko), Niereninsuffizienz (1,6-faches Risiko) und erhöhtem Alter (1,1-faches Risiko). Die Ursache hierfür liegt im bereits präoperativ stark reduzierten Gesundheitszustand. Diabetes Mellitus stellte keinen signifikanten Prädiktor dar.

Das Risiko innerhalb von 30 Tagen nach einer herzchirurgischen Operation zu versterben war bei Body Mass Index < 30 zwar nicht signifikant erhöht, die Tendenz einer niedrigeren perioperativen Mortalität bei Adipositas deckt sich aber mit Beobachtungen aus anderen Studien.^{22, 23, 40, 61, 89} Bereits 1983 beschrieb LOOP et al ein erhöhtes operatives Mortalitätsrisiko in der Herzchirurgie bei niedriger Körperoberfläche.⁶¹ In einer prospektiven Untersuchung von ENGELMAN et al. an 5186 Patienten in Boston, USA zeigte sich ein BMI < 20 als unabhängiger Risikofaktor für ein Versterben innerhalb von 30 Tagen postoperativ (Odds Ratio = 2,0, 95% Konfidenzintervall = 1,3-3,0).²³ Ein BMI > 30 führte in derselben Studie zu keinem erhöhten Mortalitätsrisiko.

Die Gründe hierfür sind bis heute nicht ausreichend geklärt. ENGELMAN et al. vermuten unter anderem einen negativen Einfluss auf den perioperativen Verlauf aufgrund Malnutrition.²³ Zudem kann Untergewicht und Kachexie Ausdruck von anderen, konsumierenden Erkrankungen sein, welche das Outcome negativ beeinflussen. SCHWANN et al. beschreiben in ihrer Studie ebenfalls ein erhöhtes operatives Mortalitäts- und Morbiditätsrisiko für Patienten mit BMI < 25. Als Hauptproblem wird hier bei Normal- und Niedriggewichtigen ein im Verhältnis größerer Hämodilutionseffekt bei Einsatz der Extrakorporalen Zirkulation (EKZ) gesehen. Als Folge kann es bei erniedrigtem Hämatokrit zu einer verminderten Sauerstofftransportkapazität im Blut kommen und es steigt die Gefahr respiratorischer

Komplikationen aufgrund Risikos der Lungenödembildung durch Flüssigkeitsretention.⁹⁷

Einschränkend muss betrachtet werden, dass in den meisten genannten Studien die niedrig- und normalgewichtigen Patienten, welche einer herzchirurgischen Operation zugeführt wurden, im Vergleich älter und kränker waren, als die adipösen Patienten.^{22, 40, 89, 97} Diese Feststellung trifft teilweise auch auf die eigene Untersuchung zu. Im Mittel waren die operierten Patienten mit BMI ≥ 30 1,8 Jahre jünger, als die Patienten mit BMI < 30 (64,3 Jahre vs. 66,1 Jahre, $p < 0,0001$). In der Gruppe mit BMI < 30 waren die Patienten auch häufiger voroperiert (4,1% vs. 2,8% bei BMI ≥ 30 , $p = 0,007$), was mit einer erhöhten Mortalitätsrate einherging.

Subjektive Einschätzung seitens der Operateure mag zudem zu einer Selektion des Patientenguts mit Adipositas führen. Die Erwartung erhöhter Komplikationsraten könnte erklären, warum eher jüngere und gesündere übergewichtige Patienten herzchirurgischen Eingriffen zugeführt werden. Ähnliche Vermutung äußern mehrere andere Studiengruppen.^{40, 89} YANCY et al. untersuchten 109.664 Patienten des staatlichen amerikanischen Krankenversicherungssystem „Medicare“, die mit akutem Myokardinfarkt in Krankenhäuser eingeliefert wurden. Patienten mit BMI ≥ 40 erhielten dabei wesentlich seltener eine aortokoronare Bypassoperation (Odds Ratio = 0,68, 95% Konfidenzintervall 0,57 - 0,82).¹⁰⁸ Auch die Rate für eine weniger invasive perkutane Koronarintervention (PCI) war signifikant geringer. Der Grund für jüngeres Alter im adipösen herzchirurgischen Klientel mag aber auch an dem Umstand liegen, dass es aufgrund des Risikoprofils der Adipositas und assoziierter Komorbiditäten (Diabetes etc.) früher zur Ausprägung einer koronaren Herzerkrankung (KHK) kommt und diese auch früher klinisch manifest und chirurgisch interventionsbedürftig wird.

Betrachtet man das Risikoprofil der untersuchten Patientengruppen, so ergab sich erwartungsgemäß ein Unterschied in der Anzahl an Diabetikern. Hier war mit 34,4% eine signifikant häufigere Prävalenz in der Gruppe der Patienten mit BMI ≥ 30 zu verzeichnen, als bei Patienten mit BMI < 30 (24,1%). Der Pathomechanismus liegt dabei in einer zunehmenden Insulinresistenz bei Zunahme des Fettgewebeanteils.¹⁷ Andere potentielle Risikofaktoren wie pulmonale Vorerkrankungen, Niereninsuffizienz oder Dialysepflichtigkeit, sowie eine Ejektionsfraktion $< 30\%$ als Ausdruck schwerer Herzinsuffizienz waren in beiden Gruppen ähnlich ausgeprägt.

Der intraoperative Verlauf zeigte statistisch signifikante Unterschiede bezogen auf die Operationsdauer. Bei Patienten mit BMI ≥ 30 betrug diese durchschnittlich 8,0 Minuten länger (179,7 Minuten bei BMI ≥ 30 vs. 171,7 Minuten bei BMI < 30 , $p < 0,0001$). Entsprechend länger waren auch die Bypass- und Aortenabklemmzeit. Insgesamt war jedoch auch die Anastomosenanzahl in der adipösen Gruppe erhöht (2,8 vs. 2,7 in Gruppe B, $p = 0,005$).

Betrachtet man die postoperativen Komplikationen nach kardiochirurgischen Eingriffen, so fällt eine erhöhte Rate an Wundinfekten in der adipösen Gruppe auf (9,1% vs. 7,4% bei BMI < 30 , $p = 0,005$). Die Infekte waren hierbei meist oberflächlicher Natur im Bereich der Thoraxwunde oder an den Entnahmestellen venöser Bypass-Grafts im Bereich der Beine. Eine chirurgische Wundrevision war in den wenigsten Fällen notwendig und nicht häufiger bei adipösen Patienten.

In diesem Zusammenhang schien eine Identifizierung aller Patienten, welche nicht an Diabetes Mellitus leiden, sinnvoll. Bei BMI ≥ 30 ohne Vorliegen eines Diabetes zeigte

sich eine identische Inzidenz an Wundinfektionen (jeweils 5,1%). Adipositas per se scheint daher nicht die Wundinfektionsrate zu erhöhen, wohl aber Diabetes mellitus, welcher aufgrund gesteigerter Insulinresistenz bei Übergewichtigen häufiger anzutreffen ist. Zahlreiche andere Studien identifizierten in der Vergangenheit Diabetes mellitus als Risikofaktor für oberflächliche und tiefe Wundinfektionen in der Herzchirurgie und untermauern damit die eigenen Ergebnisse.^{6, 92, 101} TALBOT et al. sehen ein 2,9-fach höheres Risiko für Diabetiker nach Sternotomie Wundinfektionen zu entwickeln, als Patienten mit normalen Glucosespiegeln.¹⁰¹ RUSSO et al. wiesen ein 2,3-fach höheres Risiko für postoperative Wundinfekte nach. Allerdings wurde hier auch Adipositas als eigener Risikofaktor beschrieben (Odds Ratio = 1,78; 95% Konfidenzintervall 1,24 - 2,55).⁹²

Der pathophysiologische Mechanismus des gesteigerten Wundinfektionsrisikos besteht bei Diabetikern in einer abgeschwächten Immunabwehr durch Störung der normalen neutrophilen Granulozytenfunktion, sowie einer verzögerten Wundheilung aufgrund Vaskulopathie, welche zu Mikrozirkulationsstörungen mit Hypoxie des Gewebes führt.¹⁰⁰

Genauere Betrachtung erfordern die Ergebnisse bezüglich der Notwendigkeit einer Sternumrevision aufgrund Dehiszenz. Bei Patienten mit BMI ≥ 30 wurde signifikant häufiger eine Revision des Sternums durchgeführt (1,6% vs. 0,7% der Operierten mit BMI < 30 , $p < 0,0001$). Mögliche Ursache sind hierbei mechanische Zugkräfte mit Auseinanderweichen des Sternums aufgrund der gesteigerten Körpermasse. Vergleicht man die Revisionsraten anhand des BMI unter Ausschluss der Patienten mit Diabetes mellitus, so zeigt sich der Unterschied wesentlich geringer (0,9% vs. 0,5%, $p = 0,023$). Eine Assoziation mit diabetischer Stoffwechsellage ist daher

wahrscheinlich, was an der erhöhten Rate an Wundheilungsstörungen liegen mag, welche wiederum sternale Instabilität verursachen kann.

In der Gruppe der Patienten mit BMI ≥ 30 kam es auch häufiger zur Dehiszenz des Sternums, wenn beide Arteriae mammae (BIMA-Grafting) als Bypassgefäße verwendet wurden, allerdings ohne statistische Signifikanz (bei BMI ≥ 30 und BIMA in 2,0% der Fälle vs. 1,2% der Fälle mit SIMA oder rein venösen Bypassgefäßen, $p = 0,067$). Einige andere Studien sehen bilaterale IMA-Grafts per se als Risikofaktor an.

30, 56, 67

Bei einer Untersuchung an 1336 Patienten identifizierten SHARMA et al. Adipositas, Diabetes und COPD als wichtigste Risikofaktoren für sternale Dehiszenz.⁹⁸ Auch andere Studien sehen Adipositas als Risikofaktor^{80, 91, 94}. Weitere mögliche Risikofaktoren schließen NYHA Klasse IV, Alter > 75 Jahre, Niereninsuffizienz, vermehrte Bluttransfusionen und operative Reexploration mit ein.⁹⁴ Die eigene Untersuchung ergab zusammengefasst, dass Adipositas gerade in Kombination mit Diabetes mellitus und BIMA-Grafting ein erhöhtes Risiko für eine postoperative Sternumdehiszenz darstellt. Das Risiko für Sternumdehiszenzen bei Patienten mit BMI ≥ 30 ist zwar signifikant höher, sollte aber in der Praxis bei insgesamt niedriger Frequenz (1,6% der Fälle) nicht zum Ausschluss adipöser Patienten von herzchirurgischen Eingriffen, auch unter Verwendung bilateraler BIMA-Bypasses, führen.

Die Auswertung weiterer postoperativer Komplikationen, wie die Inzidenz von Rethorakotomien, die postoperative Nachblutungsmenge und das Auftreten cerebrovaskulärer Ereignisse ergab im Wesentlichen keinen signifikanten Unterschied

in den Gruppen mit BMI ≥ 30 und BMI < 30 . Postoperativ traten häufiger Myokardinfarkte in der Gruppe der Patienten mit BMI < 30 auf (3,6 % vs. 2,7 % bei BMI ≥ 30 , $p = 0,029$).

Im postoperativen Verlauf zeigte sich eine statistisch signifikant längere Nachbeatmungsdauer auf Intensivstation bei adipösen Patienten. Der Unterschied betrug im Mittel 0,11 Tage (Gruppe A mit BMI ≥ 30 1,61 Tage vs. Gruppe B 1,63 Tage, $p = 0,040$). In der Praxis ist dieser Unterschied jedoch nicht relevant, zumal die Aufenthaltsdauer auf Intensivstation davon unberührt blieb (Gruppe A 2,58 Tage vs. 2,37 Tage in Gruppe B, $p = 0,381$). Die Gesamtdauer des stationären Aufenthaltes war bei allen adipösen Patienten durchschnittlich sogar um einen Tag geringer, als in der Vergleichsgruppe (8,64 Tage vs. 9,61 Tage bei BMI < 30 , $p < 0,0001$), was insbesondere in Anbetracht der höheren Rate an Wundinfekten und Sternumrevisionen für ein gutes Gesamtergebnis der Patienten mit BMI ≥ 30 spricht und unterstreicht, dass die genannten Komplikationen kein Hindernis in der Indikationsstellung zur Operation adipöser Patienten darstellen sollte. Vielmehr sollten die Risikofaktoren (insbesondere Diabetes Mellitus) im Vorfeld identifiziert und optimiert werden (z.B. durch optimale Einstellung des Blutzuckerspiegels).

5.2. Bilaterales IMA-Grafting bei Adipositas (BMI ≥ 30)

Wie bereits in der Einleitung dargelegt, ist die Verwendung der linken Arteria mammaria interna (LIMA) als Bypassgefäß in der Koronarchirurgie aufgrund der im Vergleich zu venösen Gefäßen besseren Offenheitsraten weitgehend als herzchirurgischer Standard etabliert.^{2, 13, 62, 68} Gründe hierfür sind die Resistenz der IMA gegenüber Arteriosklerose aufgrund guter vasodilatativer Eigenschaft und

geringer Fibrosebildung bei stark reduzierter Anzahl von glatten Muskelzellen.^{1, 51, 52, 69, 71, 78, 103}

Die Verwendung beider Arteriae mammae internae (BIMA) zeigte in der Vergangenheit im Vergleich zum singulären Einsatz einen weiteren Vorteil bezogen auf die Langzeitüberlebensraten.^{21, 31, 66, 85, 95} Einige Studien sehen jedoch eine erhöhte Rate an perioperativen Wund – und Blutungskomplikationen bei bilateralen IMA-Bypasses.^{19, 26, 67} KOUCHOUKOS und Kollegen beschreiben unter anderem Adipositas als Risikofaktor für sternale Infektionen nach BIMA Grafting.⁵⁶ Diese Ergebnisse können zur Patientenselektion führen und bestimmte Gruppen von bilateralen Mammaria - Bypasses ausschließen.

In der herzchirurgischen Abteilung des Klinikum Bogenhausen erhält ein hoher Anteil der Patienten mit aortokoronarer Bypassoperation einen beidseitigen Arteria mammae interna - Conduit. Während 2008 im nationalen Vergleich durchschnittlich nur 16,1% der operierten Patienten BIMA-Bypasses erhielten⁹, lag die Rate in der eigenen Abteilung bei isolierter Operation der Herzkranzgefäße bereits im Jahr 2004 bei 73,4%. Aufgrund der hohen Fallzahlen lohnt es sich daher besonders, als Unterpunkt dieser Arbeit die Rolle von Adipositas in Bezug auf Morbidität und Mortalität bei Verwendung bilateraler IMA zu untersuchen, zumal dazu bis dato nur wenige Veröffentlichungen existieren.

Insgesamt führte der Einsatz der bilateralen IMA zu einer signifikant längeren Operationszeit (mittlere OP-Zeit Gruppe A2 175,5 Minuten vs. 195,1 Minuten in Gruppe A1, $p < 0,0001$). Das Körpergewicht spielte dabei zusätzlich eine Rolle. Bei $\text{BMI} \geq 30$ war die Operationszeit in der BIMA-Gruppe zusätzlich erhöht (189,7 Minuten

in Gruppe B1 vs. 195,1 Minuten in Gruppe A1, $p < 0,0001$). Verantwortlich für die verlängerte OP-Zeit bei BIMA ist dabei eine höhere Anastomosenzahl (durchschnittlich 3,7 vs. 2,8 bei SIMA). Als Grund für eine verlängerte Operationsdauer bei Vorliegen von Adipositas ist die zusätzliche technische Schwierigkeit bei Eröffnung und Verschluss des Thorax bei erhöhter Körpermasse anzunehmen. Verlängert waren auch die Aortenabklemmzeit und die Bypasszeit.

Unterschiede in der Aufenthaltsdauer auf Intensivstation oder der Dauer der notwendigen Nachbeatmungszeit ergaben sich nicht. Jedoch war die gesamte stationäre Aufenthaltsdauer bei Verwendung der BIMA um mehr als einen Tag erhöht (8,79 vs. 10,22 Tage bei $\text{BMI} \geq 30$; 7,77 vs. 9,56 Tage bei $\text{BMI} < 30$, $p < 0,0001$). Das Merkmal Adipositas führte in der BIMA-Gruppe ebenfalls zu einer verzögerten Krankenhausentlassung (10,22 Tage vs. 9,56 Tage Gesamtaufenthaltsdauer, $p < 0,0001$).

Wenngleich statistisch nicht signifikant, war die 30-Tage-Mortalität ähnlich wie im Gesamtkollektiv aller herzchirurgischen Patienten auch hier in der Gruppe der Patienten mit $\text{BMI} \geq 30$ geringer. Verstarben unter den adipösen BIMA – Patienten 1,4% innerhalb der ersten 30 Tage, so waren es in der Gruppe mit $\text{BMI} < 30$ 2,0% ($p = 0,087$).

Die durchgeführte Multivarianzanalyse konnte auch bei bilateraler IMA - Operation Adipositas nicht als isolierten Risikofaktor für eine erhöhte 30-Tage-Mortalität identifizieren (Odds Ratio Exp (B) = 0,687, 95% Konfidenzintervall 0,379 - 1,246, $p = 0,217$). Erhöhtes Risiko für Versterben innerhalb von 30 Tagen bestand bei Reoperationen, Notfallpatienten, Niereninsuffizienz, niedriger präoperativen

Ejektionsfraktion $< 30\%$ und fortgeschrittenem Alter. Diabetes Mellitus beeinflusste die Mortalität nicht.

In der Gruppe der adipösen Patienten zeigte sich eine relevant niedrigere 30-Tage-Sterblichkeit bei BIMA-Verwendung (1,3% bei BMI ≥ 30 und BIMA vs. 3,1% bei BMI ≥ 30 und ohne BIMA, $p = 0,01$). Dass sich in der Gruppe ohne BIMA-Grafting unabhängig vom Gewicht signifikant mehr schwer herzinsuffiziente Patienten (NYHA Stadium IV) befanden, mag dieses Resultat erklären. Bei Reoperationen, sowie Notfalloperationen wurde zudem häufiger auf bilaterale Verwendung der IMA verzichtet.

Zahlreiche Untersuchungen an Patienten nach bilateralen Mammaria-Bypasses zeigen ein signifikant besseres Langzeitüberleben als bei Verwendung von SIMA und/oder venösen Bypasses. Die dazu verfügbaren Studien betrachten jedoch nicht konkret, ob der Überlebensvorteil auf lange Sicht auch auf adipöse Patienten zutrifft.

Die Rate an Wundinfekten zeigte keinen Unterschied im Vergleich der BIMA- zur SIMA-Gruppe. Obwohl in der adipösen Patientengruppe wesentlich mehr Diabetiker zu identifizieren waren, erhöhte ein BMI ≥ 30 das Risiko einer postoperativen Infektion bei Doppel-Mammaria-Bypasses nicht signifikant (8,3 % bei BMI ≥ 30 und BIMA vs. 6,9% bei BMI < 30 und BIMA, $p = 0,126$). Das Merkmal Diabetes mellitus ist jedoch in der BIMA Gruppe unabhängig vom Körpergewicht bedeutsam in der Entwicklung eines Wundinfektes (10,7% aller diabetischen BIMA-Patienten vs. 5,7% aller BIMA-Patienten ohne Glukosestoffwechselstörung, $p < 0,0001$).

Vergangene Untersuchungen zeigten hierzu unterschiedliche Ergebnisse. HE und Kollegen beschreiben Adipositas als Risikofaktor für postoperative Wundinfekte des Sternums bei bilateralem Mammaria-Grafting.⁴⁴ Auch KOUCHOUKOS et al. identifizierten Adipositas, wie auch Diabetes mellitus als unabhängigen Risikofaktor.⁵⁶ Im Gegensatz dazu stützen ZEITANI et al. die eigenen Ergebnisse, in denen Adipositas für sich genommen nicht zu vermehrten Wundinfekten nach BIMA-Revaskularisation führt. Relevante Risiken stellten jedoch Diabetes Mellitus und die Technik der Präparation der RIMA (Teilpräparation vs. gesamte Länge) dar.¹¹¹ BORGER und Kollegen empfehlen, Diabetiker von bilateralen IMA-Grafts auszuschließen. Bei einer retrospektiven Untersuchung an 12267 Patienten nach koronarchirurgischen Eingriffen stellten Diabetes mellitus (Odds Ratio = 2,7) und BIMA Grafting (Odds Ratio = 3,2) die Hauptrisiken für tiefe Sternuminfektionen dar. Während Diabetes auch im eigenen BIMA-Kollektiv die Wundinfektrate erhöht, stellt die Stoffwechselstörung jedoch auf lange Sicht kein Hindernis für bilaterale Mammaria-Revaskularisation dar. STEVENS und Kollegen konnten bei einer Untersuchung an 4382 Patienten in einem Zeitraum von 11 ± 3 Jahren gleichwohl bei Diabetikern und nicht-Diabetikern ein signifikant höheres Überleben und eine niedrigere Reoperationsrate bei bilateralen IMA-Grafts im Vergleich zu SIMA-Grafts nachweisen.⁹⁹

Zahlreiche Studien fanden eine erhöhte Rate an sternaler Dehiszenz nach bilateralem IMA-Grafting.^{63, 80, 98} In vorliegender Untersuchung zeigte sich bei einem BMI ≥ 30 kein signifikant erhöhtes Risiko einer Sternumdehiszenz nach BIMA-Revaskularisation (1,2% bei BMI < 30 und BIMA vs. 2,0% bei BMI ≥ 30 und BIMA, $p = 0,067$). Ebenso war bei Vergleich der BIMA-Gruppe mit der Gruppe ohne BIMA bei BMI ≥ 30 kein wesentlicher Unterschied in der Rate der Sternumdehiszenzen zu erkennen. Nur bei

BMI < 30 wurde signifikant häufiger eine Revision des Sternums durchgeführt, wenn beide IMAE als Bypassgefäße verwendet wurden (0,5% in Gruppe B2 vs. 1,2% in Gruppe B1, $p < 0,0001$). Adipositas per se führte also zu keinem erhöhtem Risiko für eine Sternumdehiszenz, wobei bilaterales IMA-Grafting eine Gefahr für Sternumkomplikationen darstellen kann.

Beidseitige Verwendung der Arteriae mammae internae führte in früheren Untersuchungen zu gehäuftem Rethorakotomien, wobei als Grund ein größerer postoperativer Blutverlust angeführt wurde.⁶⁷ In der vorliegenden Arbeit konnte ebenfalls eine vermehrte Blutungsmenge festgestellt werden, welche bei BMI ≥ 30 im Mittel 783,7 ml in der Gruppe ohne BIMA und 1021,0 ml in der BIMA-Gruppe betrug ($p < 0,0001$). Bei BMI < 30 war der Unterschied ebenso signifikant. Das Merkmal Adipositas ergab jedoch im Vergleich bei bilateralen IMA-Grafts keinen relevanten Unterschied und stellt damit keinen Risikofaktor für postoperative Blutungen dar. Einzig in der Gruppe der Patienten mit BMI < 30 wurde aufgrund Nachblutung bei BIMA-Grafting häufiger eine Rethorakotomie durchgeführt ($p < 0,0001$).

Andere postoperative Komplikationen, wie postoperativer Myokardinfarkt oder cerebrovaskuläre Ereignisse traten gleich häufig in allen untersuchten Gruppen auf und waren nicht mit Adipositas oder bilateralem Mammaria-Grafting assoziiert.

Insgesamt war in dieser Untersuchungsreihe auch bei bestehender Adipositas die Verwendung beider IMAE mit einer geringen Komplikationsrate behaftet. Der Benefit dieser arteriellen Revaskularisationsmethode sollte Patienten mit BMI ≥ 30 nicht vorenthalten werden.

6. Zusammenfassung

In den letzten Jahrzehnten zeigte sich ein weltweiter Anstieg der Anzahl übergewichtiger Menschen. Adipositas ist dabei mit zahlreichen Komorbiditäten assoziiert und stellt einen wesentlichen Risikofaktor für die Entstehung der koronaren Herzkrankheit dar. Mehrere Untersuchungen ergaben bei Übergewichtigen ein erhöhtes Mortalitäts- und Morbiditätsrisiko nach kardiochirurgischen Eingriffen. Ziel dieser Untersuchung war es festzustellen, inwieweit Adipositas einen isolierten Risikofaktor bei herzchirurgischen Operationen darstellt. Zudem wurde aufgrund der bekannten Vorteile bilateraler Arteriae Mammariae Internae Bypasses (BIMA) gegenüber singulärer Grafts (SIMA) der Einfluss von Adipositas hinsichtlich häufig diskutierter Komplikationen wie Wundinfektion, Sternuminstabilität und Rethorakotomierate analysiert.

Im Rahmen dieser Studie wurden die klinischen Daten von insgesamt 13.139 Patienten retrospektiv ausgewertet, welche sich zwischen Januar 1994 und Dezember 2004 in der herzchirurgischen Abteilung des Klinikum München-Bogenhausen einer Operation unterzogen haben. Dabei wurden 2251 adipöse Patienten mit einem mittleren BMI von 32,5 (30,0 – 50,4, $\sigma = \pm 2,4$) mit einer nicht-adipösen Kohorte mit durchschnittlichem BMI von 25,5 (11,0 - 29,99, $\sigma = \pm 2,7$) in Bezug auf Vorerkrankungen, Operationsdauer, perioperativen Verlauf, Komplikationsraten und 30-Tage-Mortalität verglichen. Adipositas wurde gemäß WHO-Einteilung als Body Mass Index ≥ 30 definiert. Desweiteren wurden alle Patienten mit BIMA-Grafting und BMI ≥ 30 ($n = 962$) und BMI < 30 ($n = 3958$) miteinander verglichen und Subgruppen ohne BIMA-Bypasses gegenübergestellt. Zur statistischen Auswertung wurden der

Chi-Quadrat-Test und der Mann-Whitney-Test angewandt, sowie eine multivariate Analyse mittels binär logistischer Regression durchgeführt.

Bei Patienten mit BMI ≥ 30 zeigte sich ein erhöhter Anteil an Diabetikern (34,4% vs. 24,1% bei BMI < 30), zudem waren die adipösen Patienten signifikant jünger (64,3 Jahre vs. 66,1 Jahre bei BMI < 30 , $p < 0,0001$) und erhielten häufiger bilaterale IMA Grafts (49,5% vs. 43,9%). Hinsichtlich demographischer Daten und Vorerkrankungen (Nierenfunktionsstörungen, Lungenerkrankungen, eingeschränkte linksventrikuläre Ejektionsfraktion $< 30\%$) ergaben sich keine relevanten Unterschiede. Bei Adipositas war die Operations-, Bypass- und Aortenabklemmzeit geringfügig, bei BIMA-Grafting auch auf dem Boden einer erhöhten Anastomosenanzahl (3,7 vs. 2,8 bei nicht-BIMA) deutlich erhöht. Perioperativ fand sich bei Adipositas eine erhöhte Wundinfektionsrate (9,1% vs. 7,4% bei BMI < 30), welche aber mit Diabetes Mellitus assoziiert war. Bei einem BMI ≥ 30 kam es häufiger zu Sternumkomplikationen. Insbesondere Sternumdehiszenzen traten häufiger auf (1,6% vs. 0,7% bei BMI < 30), wobei ein erhöhtes Risiko bei Zusammentreffen von Adipositas, Diabetes mellitus und BIMA-Grafting bestand. Bei BMI < 30 zeigte sich eine erhöhte postoperative Myokardinfarktrate (3,6% vs. 2,7% bei BMI ≥ 30 , $p = 0,029$).

In den BIMA-Gruppen war die postoperative Nachblutungsmenge unabhängig vom Gewicht signifikant erhöht, wobei innerhalb der BIMA-Gruppe bei BMI < 30 ein erhöhter Blutverlust vorlag (1116,2 ml vs. 1021,0 ml bei BMI ≥ 30), was zu einer erhöhten Rethorakotomierate führte (5,9% bei BMI < 30 und BIMA vs. 3,9% bei BMI < 30 ohne BIMA, $p < 0,0001$). Die Nachbeatmungsdauer war bei Patienten mit BMI ≥ 30 erhöht (1,61 Tage vs. 1,50 Tage bei BMI < 30 , $p = 0,040$), die mittlere

Aufenthaltsdauer auf Intensivstation jedoch in beiden Gruppen vergleichbar. Die mittlere Gesamtdauer des stationären Aufenthaltes zeigte sich bei BMI ≥ 30 signifikant kürzer (8,64 Tage vs. 9,61 Tage bei BMI < 30 , $p < 0,0001$), innerhalb der BIMA-Gruppe jedoch erhöht (10,22 Tage bei BIMA und BMI ≥ 30 vs. 9,56 Tage bei BIMA und BMI < 30 , $p < 0,0001$).

Die multivariate logistische Regressionsanalyse konnte Adipositas nicht als Prädiktor für eine erhöhte 30-Tage-Mortalität identifizieren (Odds Ratio (OR) = 0,867, 95% Konfidenzintervall 0,625 – 1,204, $p = 0,394$). Risiken für eine erhöhte perioperative Mortalität stellten Reoperationen (OR = 4,037, $p < 0,0001$), Notfalloperationen (OR = 3,778, $p < 0,0001$), präoperative linksventrikuläre Ejektionsfraktion $< 30\%$ (OR = 2,375, $p < 0,0001$), Niereninsuffizienz (OR = 1,569, $p = 0,006$) und erhöhtes Alter (OR = 1,064, $p < 0,0001$) sowohl im Gesamt-, als auch im BIMA-Kollektiv dar.

Zusammengefasst konnte die vorliegende Untersuchung zeigen, dass Adipositas per se kein erhöhtes Risiko bei herzchirurgischen Eingriffen darstellt. Die Kombination von Diabetes Mellitus mit Adipositas führte zu einer erhöhten Wundinfektionsrate und einer erhöhten Inzidenz an Sternumdehiszenzen. Der bilaterale IMA-Bypass kann auch bei adipösen Patienten sicher und mit niedriger perioperativer Komplikationsrate durchgeführt werden. Erhöhte Rethorakotomieraten aufgrund perioperativ vermehrten Blutverlustes waren nach BIMA-Grafting häufiger, aber unabhängig von Adipositas aufgetreten.

7. Literaturverzeichnis

1. Barbour DJ, Roberts WC. Additional evidence for relative resistance to atherosclerosis of the internal mammary artery compared to saphenous vein when used to increase myocardial blood supply. *Am J Cardiol* 1985;56(7):488.
2. Barner HB, Barnett MG. Fifteen- to twenty-one-year angiographic assessment of internal thoracic artery as a bypass conduit. *Ann Thorac Surg* 1994;57(6):1526-8.
3. Barner HB, Standeven JW, Reese J. Twelve-year experience with internal mammary artery for coronary artery bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985;90(5):668-75.
4. Bircks W. History of cardiac surgery in Germany--in consideration of her relation to the German Cardiac Society. *Z Kardiol* 2002;91 Suppl 4:81-5.
5. Birkmeyer NJ, Charlesworth DC, Hernandez F, Leavitt BJ, Marrin CA, Morton JR, Olmstead EM, O'Connor GT. Obesity and risk of adverse outcomes associated with coronary artery bypass surgery. Northern New England Cardiovascular Disease Study Group. *Circulation* 1998;97(17):1689-94.
6. Borger MA, Rao V, Weisel RD, Ivanov J, Cohen G, Scully HE, David TE. Deep sternal wound infection: risk factors and outcomes. *Ann Thorac Surg* 1998;65(4):1050-6.
7. Bourassa MG, Enjalbert M, Campeau L, Lesperance J. Progression of atherosclerosis in coronary arteries and bypass grafts: ten years later. *Am J Cardiol* 1984;53(12):102C-7C.
8. Boylan MJ, Lytle BW, Loop FD, Taylor PC, Borsh JA, Goormastic M, Cosgrove DM. Surgical treatment of isolated left anterior descending coronary stenosis.

Comparison of left internal mammary artery and venous autograft at 18 to 20 years of follow-up. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994;107(3):657-62.

9. Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gGmbH (2004). BQS-Bundesauswertung 2004, isolierte Koronarchirurgie (<http://www.bqs-outcome.de/2004/ergebnisse/leistungsbereiche/koronarchirurgie/buaw>). Stand: 15.05.2006
10. Buxton BF, Komeda M, Fuller JA, Gordon I. Bilateral internal thoracic artery grafting may improve outcome of coronary artery surgery. Risk-adjusted survival. *Circulation* 1998;98(19 Suppl):II1-6.
11. Calle EE, Rodriguez C, Walker-Thurmond K, Thun MJ. Overweight, obesity, and mortality from cancer in a prospectively studied cohort of U.S. adults. *N Engl J Med* 2003;348(17):1625-38.
12. Calle EE, Thun MJ, Petrelli JM, Rodriguez C, Heath CW, Jr. Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. *N Engl J Med* 1999;341(15):1097-105.
13. Cameron A, Davis KB, Green G, Schaff HV. Coronary bypass surgery with internal-thoracic-artery grafts--effects on survival over a 15-year period. *N Engl J Med* 1996;334(4):216-9.
14. Cameron A, Davis KB, Green GE, Myers WO, Pettinger M. Clinical implications of internal mammary artery bypass grafts: the Coronary Artery Surgery Study experience. *Circulation* 1988;77(4):815-9.
15. Campeau L, Enjalbert M, Lesperance J, Bourassa MG, Kwiterovich P Jr, Wacholder S, Sniderman A. The relation of risk factors to the development of atherosclerosis in saphenous-vein bypass grafts and the progression of disease in the native circulation. A study 10 years after aortocoronary bypass surgery. *N Engl J Med* 1984;311(21):1329-32.

16. Cooper GJ, Underwood MJ, Deverall PB. Arterial and venous conduits for coronary artery bypass. A current review. *Eur J Cardiothorac Surg* 1996;10(2):129-40.
17. Crowe S, Wu LE, Economou C, Turpin SM, Matzaris M, Hoehn KL, Hevener AL, James DE, Duh EJ, Watt MJ. Pigment epithelium-derived factor contributes to insulin resistance in obesity. *Cell Metab* 2009;10(1):40-7.
18. Deutsche Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung e.V. (2005). Gesundheits-ökonomische Aspekte der Adipositas – Bisherige Ergebnisse der Kooperativen Gesundheitsforschung in der Region Augsburg (KORA); Presstext 03/2005. (<http://dgk.org/presse/2005-presse/>). Stand: 05.07.2006
19. Dewar LR, Jamieson WR, Janusz MT, Adeli-Sardo M, Germann E, MacNab JS, Tyers GF. Unilateral versus bilateral internal mammary revascularization. Survival and event-free performance. *Circulation* 1995;92(9 Suppl):II8-13.
20. Dietel M, Dudenhausen J, Suttorp N. *Harrisons Innere Medizin Band I*, ABW Wissenschaftsverlag, Berlin. 2005, 16. Auflage:S. 447-55.
21. Endo M, Nishida H, Tomizawa Y, Kasanuki H. Benefit of bilateral over single internal mammary artery grafts for multiple coronary artery bypass grafting. *Circulation* 2001;104(18):2164-70.
22. Engel AM, McDonough S, Smith JM. Does an obese body mass index affect hospital outcomes after coronary artery bypass graft surgery? *Ann Thorac Surg* 2009;88(6):1793-800.
23. Engelman DT, Adams DH, Byrne JG, Aranki SF, Collins JJ Jr, Couper GS, Allred EN, Cohn LH, Rizzo RJ. Impact of body mass index and albumin on morbidity and mortality after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;118(5):866-73.

24. Favaloro RG. Landmarks in the development of coronary artery bypass surgery. *Circulation* 1998;98(5):466-78.
25. Favaloro RG. Saphenous vein autograft replacement of severe segmental coronary artery occlusion: operative technique. *Ann Thorac Surg* 1968;5(4):334-9.
26. Fiore AC, Naunheim KS, Dean P, Kaiser GC, Pennington G, Willman VL, McBride LR, Barner HB. Results of internal thoracic artery grafting over 15 years: single versus double grafts. *Ann Thorac Surg* 1990;49(2):202-8; discussion 8-9.
27. FitzGibbon GM, Leach AJ, Kafka HP, Keon WJ. Coronary bypass graft fate: long-term angiographic study. *J Am Coll Cardiol* 1991;17(5):1075-80.
28. Flegal KM, Carroll MD, Ogden CL, Johnson CL. Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999-2000. *Jama* 2002;288(14):1723-7.
29. Fontaine KR, Redden DT, Wang C, Westfall AO, Allison DB. Years of life lost due to obesity. *Jama* 2003;289(2):187-93.
30. Gansera B, Gunzinger R, Angelis, Eichinger W, Neumaier P, Breuer M, Kemkes BM. End of the millenium--end of the single thoracic artery graft? Two thoracic arteries--standard for the next millenium? Early clinical results and analysis of risk factors in 1,487 patients with bilateral internal thoracic artery grafts. *Thorac Cardiovasc Surg* 2001;49(1):10-5.
31. Gansera B, Loef A, Angelis I, Gillrath G, Schmidtler F, Kemkes BM. Double thoracic artery--halved mid-term mortality? A 5-year follow-up of 716 patients receiving bilateral ITA versus 662 patients with single ITA. *Z Kardiol* 2004;93(11):878-83.

32. Garrison RJ, Castelli WP. Weight and thirty-year mortality of men in the Framingham Study. *Ann Intern Med* 1985;103(6 (Pt 2)):1006-9.
33. Gott VL, Alejo DE, Cameron DE. Mechanical heart valves: 50 years of evolution. *Ann Thorac Surg* 2003;76(6):S2230-9.
34. Green GE. Rate of blood flow from the internal mammary artery. *Surgery* 1971;70(6):809-13.
35. Green GE, Cameron A, Goyal A, Wong SC, Schwanede J. Five-year follow-up of microsurgical multiple internal thoracic artery grafts. *Ann Thorac Surg* 1994;58(1):74-8; discussion 9.
36. Grondin CM, Campeau L, Lesperance J, Enjalbert M, Bourassa MG. Comparison of late changes in internal mammary artery and saphenous vein grafts in two consecutive series of patients 10 years after operation. *Circulation* 1984;70(3 Pt 2):1208-12.
37. Grundy SM, Hansen B, Smith SC, Jr., Cleeman JI, Kahn RA. Clinical management of metabolic syndrome: report of the American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute/American Diabetes Association conference on scientific issues related to management. *Circulation* 2004;109(4):551-6.
38. Gummert JF, Funkat A, Krian A. Cardiac surgery in Germany during 2004: a report on behalf of the German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery. *Thorac Cardiovasc Surg* 2005;53(6):391-9.
39. Habib RH, Zacharias A, Schwann TA, Riordan CJ, Durham SJ, Shah A. Effects of obesity and small body size on operative and long-term outcomes of coronary artery bypass surgery: a propensity-matched analysis. *Ann Thorac Surg* 2005;79(6):1976-86.

40. Hamman BL, Filardo G, Hamilton C, Grayburn PA. Effect of body mass index on risk of long-term mortality following coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol* 2006;98(6):734-8.
41. Han TS, Williams K, Sattar N, Hunt KJ, Lean ME, Haffner SM. Analysis of obesity and hyperinsulinemia in the development of metabolic syndrome: San Antonio Heart Study. *Obes Res* 2002;10(9):923-31.
42. Hauner H, Buchholz G, Hamann A., Husemann B (2007). Prävention und Therapie der Adipositas, Evidenz-basierte Leitlinie, Version 2007, Deutsche Adipositas-Gesellschaft, Deutsche Diabetes-Gesellschaft, Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin. (<http://www.adipositas-gesellschaft.de/leitlinien.php>), Stand: 25.08.2008
43. He GW. Nitric oxide and endothelium-derived hyperpolarizing factor in human arteries and veins. *J Card Surg* 2002;17(4):317-23.
44. He GW, Ryan WH, Acuff TE, Bowman RT, Douthit MB, Yang CQ, Mack MJ. Risk factors for operative mortality and sternal wound infection in bilateral internal mammary artery grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994;107(1):196-202.
45. Hebebrand J, Dabrock P, Lingenfelder M, Mand E, Rief W, Voit W. Ist Adipositas eine Krankheit? Interdisziplinäre Perspektiven. *Dtsch Ärztebl* 2004;101(37):A2468-74.
46. Hubert HB, Feinleib M, McNamara PM, Castelli WP. Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: a 26-year follow-up of participants in the Framingham Heart Study. *Circulation* 1983;67(5):968-77.
47. Jenkins SC, Moxham J. The effects of mild obesity on lung function. *Respir Med* 1991;85(4):309-11.

48. Jones JW, Ochsner JL, Mills NL, Hughes L. The internal mammary bypass graft: a superior second coronary artery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1978;75(4):625-31.
49. Jones JW, Schmidt SE, Miller CC, 3rd, Beall AC, Jr., Baldwin JC. Bilateral internal thoracic artery operations in the elderly. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2000;41(2):165-70.
50. Kannel WB, Wilson PW, Nam BH, D'Agostino RB. Risk stratification of obesity as a coronary risk factor. *Am J Cardiol* 2002;90(7):697-701.
51. Kaufer E, Factor SM, Frame R, Brodman RF. Pathology of the radial and internal thoracic arteries used as coronary artery bypass grafts. *Ann Thorac Surg* 1997;63(4):1118-22.
52. Kay HR, Korn ME, Flemma RJ, Tector AJ, Lepley D, Jr. Atherosclerosis of the internal mammary artery. *Ann Thorac Surg* 1976;21(6):504-7.
53. King DR, Velmahos GC. Difficulties in managing the surgical patient who is morbidly obese. *Crit Care Med* 2010;38(9 Suppl):S478-82.
54. Kolessov VI. Mammary artery-coronary artery anastomosis as method of treatment for angina pectoris. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1967;54(4):535-44.
55. Koletzko B, Girardet JP, Klish W, Tabacco O. Obesity in children and adolescents worldwide: current views and future directions--Working Group Report of the First World Congress of Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2002;35 Suppl 2:S205-12.
56. Kouchoukos NT, Wareing TH, Murphy SF, Pelate C, Marshall WG, Jr. Risks of bilateral internal mammary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1990;49(2):210-7; discussion 7-9.

57. Lakka HM, Lakka TA, Tuomilehto J, Salonen JT. Abdominal obesity is associated with increased risk of acute coronary events in men. *Eur Heart J* 2002;23(9):706-13.
58. Lev-Ran O, Braunstein R, Neshet N, Ben-Gal Y, Bolotin G, Uretzky G. Bilateral versus single internal thoracic artery grafting in oral-treated diabetic subsets: comparative seven-year outcome analysis. *Ann Thorac Surg* 2004;77(6):2039-45.
59. Liu ZG, Ge ZD, He GW. Difference in endothelium-derived hyperpolarizing factor-mediated hyperpolarization and nitric oxide release between human internal mammary artery and saphenous vein. *Circulation* 2000;102(19 Suppl 3):III296-301.
60. Lobstein T, Frelut ML. Prevalence of overweight among children in Europe. *Obes Rev* 2003;4(4):195-200.
61. Loop FD, Golding LR, MacMillan JP, Cosgrove DM, Lytle BW, Sheldon WC. Coronary artery surgery in women compared with men: analyses of risks and long-term results. *J Am Coll Cardiol* 1983;1(2 Pt 1):383-90.
62. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, Stewart RW, Goormastic M, Williams GW, Golding LA, Gill CC, Taylor PC, Sheldon WC. Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events. *N Engl J Med* 1986;314(1):1-6.
63. Losanoff JE, Richman BW, Jones JW. Disruption and infection of median sternotomy: a comprehensive review. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;21(5):831-9.
64. Luscher TF, Diederich D, Siebenmann R, Lehmann K, Stulz P, von Segesser L, Yang ZH, Turina M, Grädel E, Weber E. Difference between endothelium-

- dependent relaxation in arterial and in venous coronary bypass grafts. *N Engl J Med* 1988;319(8):462-7.
65. Lytle BW, Blackstone EH, Loop FD, Houghtaling PL, Arnold JH, Akhrass R, McCarthy PM, Cosgrove DM. Two internal thoracic artery grafts are better than one. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;117(5):855-72.
 66. Lytle BW, Blackstone EH, Sabik JF, Houghtaling P, Loop FD, Cosgrove DM. The effect of bilateral internal thoracic artery grafting on survival during 20 postoperative years. *Ann Thorac Surg* 2004;78(6):2005-12; discussion 12-4.
 67. Lytle BW, Cosgrove DM, Loop FD, Borsh J, Goormastic M, Taylor PC. Perioperative risk of bilateral internal mammary artery grafting: analysis of 500 cases from 1971 to 1984. *Circulation* 1986;74(5 Pt 2):III37-41.
 68. Lytle BW, Loop FD, Cosgrove DM, Ratliff NB, Easley K, Taylor PC. Long-term (5 to 12 years) serial studies of internal mammary artery and saphenous vein coronary bypass grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985;89(2):248-58.
 69. Marx R, Clahsen H, Schneider R, Sons H, Klein RM, Gulker H. Histomorphological studies of the distal internal thoracic artery which support its use for coronary artery bypass grafting. *Atherosclerosis* 2001;159(1):43-8.
 70. Mensink GB, Lampert T, Bergmann E. Übergewicht und Adipositas in Deutschland 1984-2003. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2005;48(12):1348-56.
 71. Mestres CA, Rives A, Igual A, Vehi C, Murtra M. Atherosclerosis of the internal mammary artery. Histopathological analysis and implications on its results in coronary artery bypass graft surgery. *Thorac Cardiovasc Surg* 1986;34(6):356-8.

72. Mokdad AH, Ford ES, Bowman BA, Dietz WH, Vinicor F, Bales VS, Marks JS. Prevalence of obesity, diabetes, and obesity-related health risk factors, 2001. *Jama* 2003;289(1):76-9.
73. Müller M, Reinehr T, Hebebrand J. Prävention und Therapie von Übergewicht im Kindes- und Jugendalter. *Dtsch Ärztebl* 2006;103(6):C277-82.
74. Must A, Spadano J, Coakley EH, Field AE, Colditz G, Dietz WH. The disease burden associated with overweight and obesity. *Jama* 1999;282(16):1523-9.
75. Nakayama Y, Sakata R, Ura M. Bilateral internal thoracic artery use for dialysis patients: does it increase operative risk? *Ann Thorac Surg* 2001;71(3):783-7.
76. National Task Force on the Prevention and Treatment of Obesity. Overweight, obesity and health risk. *Arch Intern Med* 2000;160(7):898-904.
77. National Center for Health Statistics (2002). Prevalence of Overweight and Obesity Among Adults: United States, 1999-2002, National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) (<http://www.cdc.gov/nchs/products/pubs/pubd/hestats/obese/obse99.htm>). Stand: 12.05.2006
78. Nguyen HC, Grossi EA, LeBoutillier M, 3rd, Steinberg BM, Rifkin DB, Baumann FG, Colvin SB, Galloway SC. Mammary artery versus saphenous vein grafts: assessment of basic fibroblast growth factor receptors. *Ann Thorac Surg* 1994;58(2):308-10; discussion 10-1.
79. Ogden CL, Flegal KM, Carroll MD, Johnson CL. Prevalence and trends in overweight among US children and adolescents, 1999-2000. *Jama* 2002;288(14):1728-32.
80. Olbrecht VA, Barreiro CJ, Bonde PN, Williams JA, Baumgartner WA, Gott VL, Conte JV. Clinical outcomes of noninfectious sternal dehiscence after median sternotomy. *Ann Thorac Surg* 2006;82(3):902-7.

81. Parsonnet V, Dean D, Bernstein AD. A method of uniform stratification of risk for evaluating the results of surgery in acquired adult heart disease. *Circulation* 1989;79(6 Pt 2):13-12.
82. Pastuszko P, Edie RN. John H. Gibbon, Jr., the inventor of the first successful heart-lung machine. *J Card Surg* 2004;19(1):65-73.
83. Pearson PJ, Evora PR, Schaff HV. Bioassay of EDRF from internal mammary arteries: implications for early and late bypass graft patency. *Ann Thorac Surg* 1992;54(6):1078-84.
84. Perrotta S, Nilsson F, Brandrup-Wognsen G, Jeppsson A. Body mass index and outcome after coronary artery bypass surgery. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2007;48(2):239-45.
85. Pick AW, Orszulak TA, Anderson BJ, Schaff HV. Single versus bilateral internal mammary artery grafts: 10-year outcome analysis. *Ann Thorac Surg* 1997;64(3):599-605.
86. Poirier P, Giles TD, Bray GA, Hong Y, Stern JS, Pi-Sunyer FX, Eckel RH. Obesity and cardiovascular disease: pathophysiology, evaluation, and effect of weight loss: an update of the 1997 American Heart Association Scientific Statement on Obesity and Heart Disease from the Obesity Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation* 2006;113(6):898-918.
87. Prabhakar G, Haan CK, Peterson ED, Coombs LP, Cruzzavala JL, Murray GF. The risks of moderate and extreme obesity for coronary artery bypass grafting outcomes: a study from the Society of Thoracic Surgeons' database. *Ann Thorac Surg* 2002;74(4):1125-30; discussion 30-1.

88. Prasad US, Walker WS, Sang CT, Campanella C, Cameron EW. Influence of obesity on the early and long term results of surgery for coronary artery disease. *Eur J Cardiothorac Surg* 1991;5(2):67-72; discussion -3.
89. Reeves BC, Ascione R, Chamberlain MH, Angelini GD. Effect of body mass index on early outcomes in patients undergoing coronary artery bypass surgery. *J Am Coll Cardiol* 2003;42(4):668-76.
90. Rimm EB, Stampfer MJ, Giovannucci E, Ascherio A, Spiegelman D, Colditz GA, Willett WC . Body size and fat distribution as predictors of coronary heart disease among middle-aged and older US men. *Am J Epidemiol* 1995;141(12):1117-27.
91. Rockx MA, Fox SA, Stitt LW, Lehnhardt KE, McKenzie FN, Quantz MA, Menkis AH, Novick RJ. Is obesity a predictor of mortality, morbidity and readmission after cardiac surgery? *Can J Surg* 2004;47(1):34-8.
92. Russo PL, Spelman DW. A new surgical-site infection risk index using risk factors identified by multivariate analysis for patients undergoing coronary artery bypass graft surgery. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2002;23(7):372-6.
93. Sabik JFr, Lytle BW, Blackstone EH, Houghtaling PL, Cosgrove DM. Comparison of saphenous vein and internal thoracic artery graft patency by coronary system. *Ann Thorac Surg* 2005;79(2):544-51; discussion -51.
94. Schimmer C, Reents W, Berneder S, Eigel P, Sezer O, Scheld H, Sahraoui K, Gansera B, Deppert O, Rubio A, Feyrer R, Sauer C, Elert O, Leyh R. Prevention of sternal dehiscence and infection in high-risk patients: a prospective randomized multicenter trial. *Ann Thorac Surg* 2008;86(6):1897-904.

95. Schmidt SE, Jones JW, Thornby JI, Miller CC, 3rd, Beall AC, Jr. Improved survival with multiple left-sided bilateral internal thoracic artery grafts. *Ann Thorac Surg* 1997;64(1):9-14; discussion 5.
96. Schulte H, Cullen P, Assmann G. Obesity, mortality and cardiovascular disease in the Munster Heart Study (PROCAM). *Atherosclerosis* 1999;144(1):199-209.
97. Schwann TA, Habib RH, Zacharias A, Parenteau GL, Riordan CJ, Durham SJ, Engoren M. Effects of body size on operative, intermediate, and long-term outcomes after coronary artery bypass operation. *Ann Thorac Surg* 2001;71(2):521-30; discussion 30-1.
98. Sharma R, Puri D, Panigrahi BP, Viridi IS. A modified parasternal wire technique for prevention and treatment of sternal dehiscence. *Ann Thorac Surg* 2004;77(1):210-3.
99. Stevens LM, Carrier M, Perrault LP, Hébert Y, Cartier R, Bouchard D, Fortier A, Pellerin M. Influence of diabetes and bilateral internal thoracic artery grafts on long-term outcome for multivessel coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005;27(2):281-8.
100. Talbot TR. Diabetes mellitus and cardiothoracic surgical site infections. *Am J Infect Control* 2005;33(6):353-9.
101. Talbot TR, D'Agata EM, Brinsko V, Lee B, Speroff T, Schaffner W. Perioperative blood transfusion is predictive of poststernotomy surgical site infection: marker for morbidity or true immunosuppressant? *Clin Infect Dis* 2004;38(10):1378-82.
102. Uva MS, Rodrigues V, Monteiro N, Manuel Pedro A, Caria R, Mesquita A, Fernandes J, Pinho J, Bau J, Magalhaes P. Cardiac surgery and morbid obesity. *Rev Port Cardiol* 2002;21(3):255-64; discussion 67-9.

103. van Son JA, Smedts F, de Wilde PC, Pijls NH, Wong-Alcala L, Kubat K, Tavilla G, Lacquet LK. Histological study of the internal mammary artery with emphasis on its suitability as a coronary artery bypass graft. *Ann Thorac Surg* 1993;55(1):106-13.
104. van Son JA, Smedts F, Vincent JG, van Lier HJ, Kubat K. Comparative anatomic studies of various arterial conduits for myocardial revascularization. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990;99(4):703-7.
105. WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser* 2000;894:i-xii, 1-253.
106. Willett WC, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz GA, Rosner B, Speizer FE, Hennekens CH. Weight, weight change, and coronary heart disease in women. Risk within the 'normal' weight range. *Jama* 1995;273(6):461-5.
107. Wilson PW, McGee DL, Kannel WB. Obesity, very low density lipoproteins, and glucose intolerance over fourteen years: The Framingham Study. *Am J Epidemiol* 1981;114(5):697-704.
108. Yancy WS, Jr., Olsen MK, Curtis LH, Schulman KA, Cuffe MS, Oddone EZ. Variations in coronary procedure utilization depending on body mass index. *Arch Intern Med* 2005;165(12):1381-7.
109. Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, Dans T, Avezum A, Lanas F, McQueen M, Budaj A, Pais P, Varigos J, Lisheng L, INTERHEART Study Investigators. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. *Lancet* 2004;364(9438):937-52.
110. Zeff RH, Kongtahworn C, Iannone LA, Gordon DF, Brown TM, Phillips SJ, Skinner JR, Spector M. Internal mammary artery versus saphenous vein graft to

the left anterior descending coronary artery: prospective randomized study with 10-year follow-up. *Ann Thorac Surg* 1988;45(5):533-6.

111. Zeitani J, Penta de Peppo A, De Paulis R, Nardi P, Scafuri A, Nardella S, Chiariello L. Benefit of partial right-bilateral internal thoracic artery harvesting in patients at risk of sternal wound complications. *Ann Thorac Surg* 2006;81(1):139-43.

8. Anhang

8.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Koronarangiographische Darstellung einer Stenose eines aorto-koronaren-Venen-Bypasses (ACVB)	Seite 13
Abbildung 2	Darstellung eines bilateralen IMA-Grafts. Abteilung für Herzchirurgie, Klinikum Bogenhausen der Städtische Klinikum München GmbH	Seite 16

8.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Anteil LIMA-Grafts und BIMA-Grafts bei isolierter Koronarchirurgie im Vergleich Klinikum München-Bogenhausen und Gesamtbundesrepublik 2002-2004	Seite 11
Tabelle 2	Vergleich Patienten mit bilateralen Mammaria – Grafts (BITA) und singulärem Mammaria Graft (SITA) in Bezug auf Überleben und Überleben ohne Reoperation), Lytle et al, 1999 ⁶⁵	Seite 15
Tabelle 3	Klassifizierung des Body-Mass-Index (BMI) und Risiko für Begleiterkrankungen, WHO, 2000 ¹⁰⁵	Seite 17
Tabelle 4	BMI in der Bundesrepublik Deutschland 2003 nach Geschlecht und Altersgruppe ⁷⁰	Seite 18

Tabelle 5	Patienten der herzchirurgischen Abteilung des Klinikum Bogenhausen gruppiert nach Body-Mass-Index und Jahr	Seite 21
Tabelle 6	Einteilung der Patienten in Untersuchungsgruppen	Seite 27
Tabelle 7	Übersicht demographische Daten der Patientengruppen	Seite 28
Tabelle 8	Übersicht Risikoprofil der Patientengruppen A/B und A1/B1	Seite 31
Tabelle 9	Übersicht Risikoprofil der Patientengruppen A2/B2 und Vergleich A1/A2 und B1/B2	Seite 32
Tabelle 10	Übersicht Operationsart der Patientengruppen A/B und A1/B1	Seite 37
Tabelle 11	Übersicht Operationsart der Patientengruppen A2/B2 und Vergleich A1/A2 und B1/B2	Seite 38
Tabelle 12	Übersicht der operativen Daten der Patientengruppen A/B und A1/B1	Seite 42
Tabelle 13	Übersicht der operativen Daten der Patientengruppen A2/B2 und Vergleich A1/A2 und B1/B2	Seite 43
Tabelle 14	Übersicht der Komplikationsraten der Patientengruppen A/B und A1/B1	Seite 47
Tabelle 15	Übersicht der Komplikationsraten der Patientengruppen A2/B2 und Vergleich A1/A2 und B1/B2	Seite 48

Tabelle 16	Übersicht des perioperativen Verlaufs der Patientengruppen A/B und A1/B1	Seite 52
Tabelle 17	Übersicht des perioperativen Verlaufs der Patientengruppen A2/B2 und Vergleich A1/A2 und B1/B2	Seite 53
Tabelle 18	Darstellung des Einflusses ausgesuchter Faktoren für das Risiko des Gesamtkollektivs innerhalb der ersten 30 Tage nach herzchirurgischem Eingriff zu versterben	Seite 56
Tabelle 19	Darstellung des Einflusses ausgesuchter Faktoren für das Risiko der BIMA-operierten Patienten innerhalb der ersten 30 Tage nach herzchirurgischem Eingriff zu versterben.	Seite 57

9. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich ganz besonders und ganz herzlich bei Frau Priv.-Doz. Dr. Gansera für die anhaltende Unterstützung und zwischenzeitliche Ermunterung zu dieser Arbeit bedanken. Ohne Ihre Betreuung und ohne konstruktive Verbesserungsvorschläge hätte ich sie wohl nicht zu meiner Zufriedenheit vollenden können. Ihre jederzeit freundschaftliche Art, Geduld und zügige Beantwortung offener Fragen trotz eigener beruflicher Auslastung möchte ich dabei besonders erwähnen.

Vielen Dank an Herrn Priv.-Doz. Dr. Günzinger für die Übernahme der Betreuung dieses interessanten und relevanten Themas. Mein Dank auch an Herrn Prof. Dr. Eichinger und seinen Vorgänger Herrn Prof. em. Dr. Kemkes als Leiter der Abteilung für Herzchirurgie des Klinikum München-Bogenhausen für die Möglichkeit umfangreiche Datensätze ihrer Klinik zur Analyse der Fragestellung verwenden zu dürfen.

Zuguterletzt meinen Dank den MitarbeiterInnen des Institutes für Medizinische Statistik und Epidemiologie am Klinikum Rechts der Isar für die wertvolle Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Datensätze.