

Aus der Klinik für Thorax- und Kardiovaskularchirurgie  
des Herzzentrums Kaiser-Wilhelm-Krankenhaus Duisburg

Chefarzt: Prof. Dr. med. A. Krian

**Klinische Erfahrungen mit der minimal invasiven  
myokardialen Revaskularisation  
(MIDCAB)**

Dissertation

Zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

Der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Michael Scheid

2001

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

Gez.: Prof. Dr. Häussinger  
Dekan

Referent: Prof. Dr. Krian

Koreferent: Priv.-Doz. Dr. Schwartzkopff

Gewidmet meinen Eltern und meiner Familie

Herrn Prof. Dr. med. A. Krian danke ich für die Themenstellung und die Möglichkeit, in seiner Klinik die vorliegende Dissertation anzufertigen.

Weiterhin danke ich Herrn Dr. med. N. Evagelopoulos für seine Unterstützung, seine wertvollen Hinweise und seine Bereitschaft für Fragen zur Verfügung zu stehen.

Besonders zu Dank verpflichtet bin ich Herrn Dr. med. D. Baykut, der jederzeit für eingehende Diskussionen bereit war und durch wertvolle Hinweise maßgeblich zum Gelingen der Arbeit beigetragen hat.

# GLIEDERUNG

	Seite
<b>1. EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
<i>1.1. Die koronare Herzerkrankung (KHK)</i>	<i>1</i>
<i>1.2. Behandlung der KHK</i>	<i>3</i>
<i>1.2.1. Konservative Behandlungsmethoden</i>	<i>4</i>
<i>1.2.2. Interventionelle Behandlungsmethoden</i>	<i>4</i>
<i>1.2.3. Operative Behandlungsmethoden</i>	<i>5</i>
<b>2. ZIELSETZUNG</b>	<b>13</b>
<b>3. METHODE UND PATIENTEN</b>	<b>14</b>
<i>3.1. Auswahl der Patienten</i>	<i>14</i>
<i>3.2. Operative Technik</i>	<i>15</i>
<i>3.3. Methode</i>	<i>23</i>
<i>3.3.1. Präoperativ</i>	<i>23</i>
<i>3.3.2. Intraoperativ</i>	<i>23</i>
<i>3.3.3. Postoperativ</i>	<i>26</i>
<i>3.4. Patienten</i>	<i>26</i>

<b>4.</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>27</b>
4.1.	<i>Intraoperativer Verlauf</i>	27
4.1.1.	<i>Komplikationen</i>	27
4.2.	<i>Postoperativer Verlauf</i>	28
4.2.1.	<i>Klinische Entwicklung</i>	28
4.2.2.	<i>Postoperative Komplikationen (klinisch)</i>	29
4.2.3.	<i>Postoperative Komplikationen (technisch)</i>	31
4.2.4.	<i>Kontroll-Koronarangiographie</i>	33
4.2.5.	<i>Ergebnisse</i>	36
<b>5.</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>38</b>
<b>6.</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNG</b>	<b>46</b>
<b>7.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>47</b>
<b>8.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>49</b>
<b>9.</b>	<b>LEBENS LAUF</b>	<b>53</b>

# 1. EINLEITUNG

## *1.1. Die koronare Herzerkrankung (KHK)*

Die koronare Herzerkrankung (KHK) kann beschrieben werden durch einen klinischen Symptomenkomplex aus Angina pectoris, Myokardischämie, Myokardinfarkt und konsekutiven Erscheinungen wie Herzinsuffizienz, Herzrhythmusstörungen, Wandkontraktilitätsstörungen, Papillarmuskeldysfunktion, oder plötzlichen Herztod. Die pathophysiologische Basis ist eine Limitierung der myokardialen Sauerstoff-Verfügbarkeit durch Einschränkung der Koronarreserve und der regionalen und/oder globalen myokardialen Sauerstoffzufuhr. Morphologisch liegt als Ursache in der Mehrzahl der Fälle (ca. 80-95%) eine stenosierende Koronarsklerose der großen extramuralen Koronararterien zugrunde, in ca 5-20% sind Gefäßerkrankungen der kleinen, intramuralen Arterien und Arteriolen sowie extrakoronare Ursachen ausschlaggebend (39).

Mit zunehmenden Stenosegrad einer Koronararterie, der u.a. durch die Lumeneinengung bzw. Abnahme der koronararteriellen Querschnittsfläche und durch die Länge der Stenose determiniert wird, kommt es flußabhängig zu einer lokalen metabolisch bedingten Ausschöpfung der Koronarreserve und zu einer relativen Verminderung der myokardialen Sauerstoffverfügbarkeit.

Die Quantifizierung einer Gefäßstenose nach dem Grad der Durchmessererminderung läßt oft die Tatsache außer acht, daß die resultierende Querschnittsminderung höhergradiger ist als die Durchmessererminderung (20) (Abb.1).

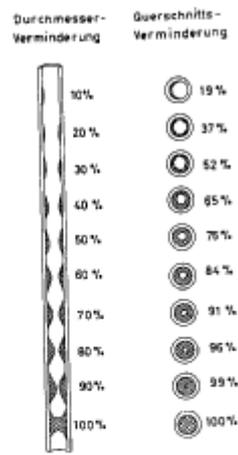


Abb.1. Beziehung zwischen Durchmesser- und

Querschnittsverminderung (20)

Höhergradige (> 70%) und längerstreckige Stenosen wirken sich bei Druck-, Frequenz- und Volumenbelastungen des Myokards (Blutdruckspitzen mit Zunahme der systolischen Wandspannung, Ventrikeldilatation, Katecholaminexzess u.a.) um so gravierender auf die myokardiale Sauerstoffbilanz aus, je mehr die metabolische Reserve des linken Ventrikels durch die jeweilige ventrikeldynamisch bedingte Myokardbelastung ausgenutzt wird. Ein höhergradiger Stenosegrad ist daher um so ischämiepotenter, je höher das nachgeschaltete Ventrikelmyokard mechanischen Belastungen und somit metabolischen Anforderungen ausgesetzt ist.

Klinischer Endpunkt der koronaren Herzerkrankung ist der Myokardinfarkt meist infolge eines thrombotischen Verschlusses einer stenosierten Koronararterie. Ein Herzinfarkt tritt erst nach einer irreversiblen Schädigung der Herzmuskelfasern ein, d.h. nach dem Überschreiten der Wiederbelebungszeit. Diese stellt die kritische Grenze für

die Entstehung eines Infarktes dar. Wird sie überschritten, so ist die Schädigung im Herzmuskel irreversibel.

## ***1.2. Die Behandlung der KHK***

Die Therapie der KHK hat eine Verbesserung der myokardialen Sauerstoff-Verfügbarkeit durch physikalische, medikamentöse und operative Maßnahmen zum Ziel.

Dadurch werden eine Verlängerung der Lebenserwartung, eine Abnahme myokardialer und koronarer Komplikationen (Herzinsuffizienz, Myokardinfarkt, Mitralinsuffizienz), sowie eine Besserung der Symptomatologie (Angina pectoris, Belastungstoleranz, Herzrhythmusstörungen) angestrebt. Die wesentlichen Therapiegrundlagen basieren daher auf der mechanischen und metabolischen Entlastung des Myokards (konservative Therapie), sowie der Eliminierung einer hämodynamisch wirksamen Koronarstenose (interventionelle oder operative Therapie).

Die Behandlung der KHK beruht de facto ausschließlich auf palliativen Konzepten, da eine „Heilung“ eine reversible Veränderung der Gefäßwandstrukturen voraussetzen würde, die nach derzeitigem Stand der konservativen Therapie nicht mehr möglich ist aber angestrebt wird.

Für den Gesamtverlauf und die Prognose der KHK sind die Eliminierung der medikamentös und nicht medikamentös zu behandelnden Risikofaktoren sowie eine konsequente Gesundheitserziehung von vorrangiger Bedeutung. Dies beinhaltet Präventivprogramme und Maßnahmen zur Gesundheitserziehung. Dies bedeutet ferner, daß diesen Präventivmaßnahmen ein vorrangig kurativer Wert zukommt und daß der Erfolg anderer, additiver Therapiemöglichkeiten, wie medikamentöser und/oder

operativer Maßnahmen, von der Konsequenz profitiert, mit der Risikofaktorenausschaltung, Gesundheitserziehung und Neueinstellung des Lebensstils individuell durchgesetzt werden.

### ***1.2.1. Konservative Behandlungsmethoden***

Die konservative Behandlung der KHK erfolgt zunächst im Rahmen der Ausschaltung von Risikofaktoren, wie z.B. arterieller Hypertonie, Diabetes mellitus, oder Hyperlipoproteinämien gefolgt von einer konsequenten Gesundheitserziehung, wie Einhaltung von Nikotinkarenz, Durchführung einer Gewichtsreduktion oder Vermeidung von pathologischem Streß.

Zur weiteren Unterstützung werden medikamentöse Maßnahmen eingesetzt, wie Nitrate,  $\beta$ -Rezeptorenblocker oder Kalziumantagonisten und Sedativa bei Angina pectoris. Bei einer sog. instabilen Angina pectoris können Analgetika und Antikoagulantien hinzu kommen. Im akuten Myokardinfarkt kommt zusätzlich eine systemische Lyse mit Steptokinase, Urokinase oder Gewebsplasminogenaktivator (rt-PA) infrage.

### ***1.2.2. Interventionelle Behandlungsmethoden***

Hier kommen Verfahren wie die percutane transluminale koronare Angioplastie (PTCA), ggf. in Kombination mit Stent-Implantationen, Atherektomie (direktionale

koronare Atherektomie (DCA)), Rotablation, intrakoronare Lasertherapie oder intrakoronare Lysetherapie zum Einsatz.

### ***1.2.3. Operative Behandlungsmethoden***

Die myokardiale Revaskularisation mit Hilfe der Extrakorporalen Zirkulation (EKZ) hat sich seit der ersten direkten „Koronarbypassoperation“ (1967) durch R.G. Favaloro zu einem etablierten Verfahren in der Behandlung der koronaren Herzerkrankung (KHK) entwickelt (15).

Hierbei werden stenosierte Koronararterien durch Erstellen eines Umgehungskreislaufs mit z.B. einem Segment aus der V. saphena magna („Bypass“) oder einer Arterie (z.B. A. thoracica interna) überbrückt (Abb.2).

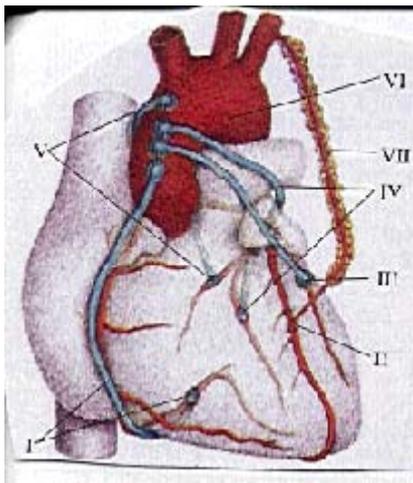


Abb.2. Herz mit Bypassanlagen: I. Venöser Bypass zur rechten Kranzarterie, III. zum R. diagonalis, IV. zum R. marginalis, V. zum R. circumflexus; VII. Arterieller Bypass (A. thoracica interna) zum R. interventrikularis anterior (II.)

Heute unterscheidet man in der Terminologie verschiedene Verfahren der myokardialen Revaskularisation:

<b>CABG</b>	<b>Coronary Artery Bypass Graft</b> (mit extra korporaler Zirkulation (EKZ))
<b>MIDCAB</b>	<b>Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass</b>
<b>OPCAB</b>	<b>Off-Pump Coronary Artery Bypass</b>
<b>PACAB</b>	<b>Port-Access Coronary Artery Bypass</b>
<b>RACAB</b>	<b>Robot-Assisted Coronary Artery Bypass</b>
<b>TMLR</b>	<b>Trans-Myocardial Laser Revascularization</b>

In der vorliegenden Arbeit werden nur CABG und MIDCAB erwähnt, da sich die restlichen Verfahren zum größten Teil noch in der Erprobungsphase befinden und verlässliche klinische Ergebnisse nicht zur Verfügung stehen.

## **CABG**

CABG ist die am häufigsten durchgeführte Prozedur, bei der der chirurgische Zugangsweg zum Herzen über die mediane Sternotomie führt. Nach Durchtrennung des Thymus wird das Perikard längs eröffnet. Die A. thoracica interna wird einseitig (meistens links) oder -seltener- beidseitig präpariert. Synchron wird die Vena saphena magna in vorgesehener Länge entnommen. Wenn die reine arterielle Revaskularisation angestrebt wird, können zusätzlich die A. radialis oder die A. gastroepiploica freigelegt werden. Gemeinsam ist wieder, daß nach Übergang in die EKZ die peripheren

Anastomosen am flimmernden oder unter kardioplegischer Protektion stillgelegten Herzen angelegt werden. Bei schlagendem Herzen werden zum Schluß die zentralen Anastomosen an der tangential ausgeklemmten Aorta erstellt und die EKZ beendet.

Man unterscheidet die sog. „komplette“ Revaskularisation, bei der alle Kranzarterien ab 1,25-1,50 mm Durchmesser und mit mehr als 50%iger Stenose mit einem Bypass versorgt werden, von der sog. „inkompletten“ Revaskularisation, bei der Koronararterien, die eine mind. 60% Stenose aufweisen und zu einem funktionsfähigem Myokardareal führen, nicht mit einem Bypass versorgt werden (11).

Die chirurgische Behandlung der KHK hat grundsätzlich die Zielsetzung:

1. die Angina-pectoris-Symptomatik zu eliminieren;
2. das Infarktrisiko zu senken;
3. die Lebensqualität zu erhöhen
4. die Mortalität der Patienten zu senken, also lebensverlängernd zu sein.

Zusätzlich können Folgeerkrankungen bzw. Komplikationen der KHK erfolgreich operativ behandelt werden, wie z.B. die Resektion eines Ventrikulaneurysmas, die Korrektur einer Papillarmuskeldysfunktion mit Mitralklappeninsuffizienz, der Verschuß eines Ventrikelseptumdefektes.

Der Einsatz operativer Techniken zur Behandlung der KHK ist dann indiziert, wenn

- eine hämodynamisch wirksame Stenose einer großen epikardialen Koronararterie eine Myokardischämie verursacht,
- durch eine Myokardischämie Symptome (Angina pectoris) und kardiale Folgeerkrankungen (Myokardinfarkt, Herzrhythmusstörungen, plötzlicher Herztod u.a.) hervorgerufen werden,

- revaskularisierende Maßnahmen die Myokardperfusion und Symptome bessern
- eine Lebensverlängerung durch Abnahme von Reinfarktinzidenz und lebensbedrohlichen Herzrhythmusstörungen erreicht werden kann.

Vor jedem kardiochirurgischen Eingriff steht die Frage, ob für den Patienten im Sinne der Risiko-Nutzenabwägung ein akzeptables Verhältnis zwischen Lebenserwartung nach der Operation und Prognose der KHK besteht.

Das Risiko bei konventionellen Bypassoperationen ist in hohem Maße bedingt durch den Einsatz der EKZ:

1. Während der EKZ kommt es zu einer erhöhten Freisetzung von Katecholaminen (Adrenalin, Noradrenalin). Dies resultiert aus dem geänderten Blutfluß, der Hypotension, der Hypothermie, der Hämodilution und der verringerten Nierenclearance. Die Katecholamin-Konzentration normalisiert sich erst wieder, lange nachdem die EKZ beendet worden ist (33,34).

2. Der Kontakt der Blutbestandteile mit den nicht biologischen und nicht endothelialen Oberflächen (z.B. Schläuche, Oxygenatoren, Filter, etc.) verursacht eine entzündliche Ganzkörperreaktion, die unter dem Fachbegriff „SIRS“ (systemic inflammatory response syndrome) aufgefaßt wird (29).

- Dabei können folgende Veränderungen des Blutes bzw. des Gewebes auftreten:
  - Erythrozyten* werden u.a. durch Scherkräfte zerstört (Hämolyse) (38).
  - Leukozyten* werden aus dem Knochenmark mobilisiert, in den Lungenkreislauf eingeschlossen und führen dort zu Endothelschädigungen und Ödemen durch Freisetzung von lysosomalen Enzymen.
  - Die *Thrombozytenzahl* verringert sich durch Adhäsion an dem Fremdmaterial und die Thrombozytenfunktion verschlechtert sich signifikant („Aktivierung“) (16).

-*Plasmaproteine* werden denaturiert, aktivieren die Blutgerinnung und die Fibrinolyse, sowie das Komplement und das humorale Bradykinin-Kallikrein System. Diese humorale Aktivierung führt zur Verbrauchskoagulopathie, Fibrinolyse, Thrombozyten- und Fibrin-Mikroembolien führen, welche allesamt Blutungen, Fieber, interstitielles- und Lungenödem, Vasokonstriktion und Organdysfunktionen verursachen können. Diese Problematik ist auch in direktem Zusammenhang mit der Dauer der EKZ (16).

- In den End-Organen kann es zu folgenden Dysfunktionen kommen:

-Im *Zentralnervensystem* reichen die Schädigungen von klinisch nicht nachweisbaren Defekten über vorübergehende senso-motorischen Ausfälle und psychogenen Alterationen (Durchgangssyndrom) bis zum Apoplex. Die Hauptursachen für Schädigungen im Zentralnervensystem sind möglicherweise cerebrale Gasembolien oder Mikroembolien atheromatösen Ursprungs (3).

-In der *Niere* reichen die Störungen von einem leichten Kreatininanstieg bis zum akuten oligurischen Nierenversagen. Sekundäre Ischämien, durch unzureichende Perfusion und Mikroembolien, sind die häufigsten Ursachen. Risikofaktoren für diese Geschehen sind in erster Linie:

- Alter über 70 Jahre
- bereits präoperativ erhöhtes Serumkreatinin
- niedriger Blutdruck während der EKZ (27).

-In der *Lunge* führt die Aktivierung von Komplement und die Ausschüttung von Anaphylatoxin C5a zu einer Stimulation und Anlagerung von polymorphonuklearen Aggregationen an das Lungenendothel. Lysosomale Enzyme werden frei und

zerstören die Zellmembranen. Thrombozytenaggregate führen ebenfalls zu Endothelverletzungen. Interstitielles Lungenödem, Bronchospasmus, verringertes Surfactant und Atelektasen führen zu Sauerstoffmangel. Bei fast allen Patienten kommt es in den ersten 6 bis 24 Stunden postoperativ zu reversiblen Lungendysfunktionen (21, 22).

-*Gastrointestinal* können Blutungen, Darminfarzierungen, Ileus, Pankreatitis, Cholezystitis, Ulkuserforationen und Lebernekrosen u.a. auftreten. Abdominelle Komplikationen werden bei 0,5-2,0% der Patienten beobachtet, die mit EKZ operiert werden. Letalitätsraten bis 60% werden nach Eintreten dieser Komplikationen beschrieben (19, 25).

Als Risikofaktoren gelten:

- fortgeschrittenes Alter,
- Notfalleingriff,
- Z.n vorausgegangener OP mit EKZ, evtl. Kombinationseingriffe
- Katecholaminapplikation,
- Einsatz von intraaortaler Gegenpulsation (IABP),
- und Arrhythmien.

3. Zu den möglichen technischen Komplikationen bei CABG-Eingriffen mit EKZ zählen:

-Dissektion der Aorta ascendens oder arterielle Embolien, induziert durch die Kanülierung, das Ausklemmen oder Inzisionen für die zentralen Anastomosen.

-Verkalkungen in der Aorta oder gefäßspezifische nicht bekannte Begleiterkrankungen (z.B. idiopathische Medianekrose Erdheim-Gsell) können diese Komplikationen noch schwerwiegender machen (18).

Die Operationsletalität der Bypassoperation ist meistens multifaktorieller Natur und grundsätzlich abhängig vom Operationszeitpunkt, vom Beschwerdebild, dem Grad der Stenosen, von der Anzahl der betroffenen Gefäße und den kardialen bzw extrakardialen Begleiterkrankungen. Bei stabiler Angina pectoris mit Ein- und Mehrgefäßerkrankungen beträgt die peri- und postoperative Letalität ca. 1%, bei linkskoronarer Hauptstammstenose zwischen 2-10% und bei instabiler Angina pectoris 5-13%. Eine noch größere Variationsbreite betrifft die perioperative Myokardinfarktrate, die bei stabiler Angina pectoris bis zu 30% und bei linkskoronarer Hauptstammstenose 10-16% beträgt (39).

Die zahlenmäßig erheblichen Unterschiede beruhen neben unterschiedlicher herzchirurgischer Erfahrung und Operationstechnik in sehr hohem Maße auf der Selektion des Patientengutes, die durch den koronarmorphologischen Befund, das Alter und das Geschlecht der Patienten, den Allgemeinzustand sowie durch Vor- und Begleiterkrankungen getroffen wird (39).

### **MIDCAB**

Um das Operationsrisiko niedrig zu halten, geht das Bestreben heute dahin, den klinisch-technischen Umfang der Operation möglichst begrenzt zu halten.

In jüngster Zeit konnte die sogenannte „minimal invasive“ Bypasschirurgie in zunehmendem Maße in die klinische Routine überführt werden.

Bei der minimal invasiven Bypassoperation handelt es sich um ein Verfahren, welches V.I. Kolessow bereits in den 60er Jahren als erster angewandt hatte, bei dem per

definitionem, eine Bypassoperation über einen kleineren Zugang als die Sternotomie mit oder ohne Anwendung der EKZ durchgeführt wird (8, 23, 37).

Die globale Bezeichnung „minimal invasive Bypasschirurgie“ läßt viele Möglichkeiten für einen chirurgischen Zugang und die Art der Bypasschirurgie zu.

Die vorliegende Arbeit beschränkt sich auf das sogenannte MIDCAB Verfahren, bei dem ein einfacher aorto-koronarer Bypass mit der linken Arteria thoracica interna (LITA) zum Ramus interventricularis anterior (RIVA) der linken Koronararterie über eine links anteriore Minithorakotomie erstellt wird. Der gesamte Eingriff erfolgt ohne Einsatz der Herz-Lungenmaschine.

Der gewünschte Vorteil dieser Operationstechnik gegenüber der konventionellen Bypassoperation liegt somit in der geringeren Invasivität, durch Vermeidung der Sternotomie aufgrund des kleineren Zugangs, durch Vermeidung der oben beschriebenen EKZ-bedingten Risiken, bei Anspruch auf ein gleich gutes operatives Ergebnis.

## **2. ZIELSETZUNG**

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Wertigkeit der MIDCAB-Eingriffe im Rahmen der myokardialen Revaskularisation bei einem ausgesuchten Patientenkollektiv zu evaluieren und diese der konventionellen Methode (CABG) gegenüberzustellen.

### **3. METHODE UND PATIENTEN**

#### ***3.1. Auswahl der Patienten***

Die Basisdiagnostik zur konkreten Beurteilung der Koronarmorphologie wird durch die kardiologischen Kliniken geleistet. Unverzichtbar ist hier die Koronarangiographie, welche die Ermittlung und Quantifizierung stenosierender Gefäßveränderungen und abnormer Gefäßverläufe ermöglicht. Erst anhand der Angiographie kann entschieden werden, welche Vorgehensweise schließlich indiziert ist. Ist eine chirurgische Intervention erforderlich, kann als nächster Schritt entschieden werden, ob die minimal-invasive oder die konventionelle Methode eingeleitet wird.

Als Einschlußkriterien für die Durchführung eines minimal-invasiven Eingriffs gelten:

- Ein-Gefäß-KHK mit RIVA-Stenose bzw. Verschuß und/oder Z.n. PTCA und Stent-Implantation und Restenose
- Mehr-Gefäß-KHK, welche nur inkomplett mit einem Bypass auf RIVA revaskularisierbar ist
- Mehr-Gefäß-KHK und Kontraindikation für EKZ wegen Multimorbidität (z.B. Leberzirrhose, maligne Tumoren oder HAT (Heparin assoziierte Thrombozytopenie als relative Kontraindikation, was bedeutet, daß die konventionelle Operation mit anderen Antikoagulantien, wie z.B. Danaparoid-Natrium (Orgaran®), auch durchgeführt werden kann, jedoch mit einem hohen Blutungsrisiko verbunden ist)
- Rezidiv-KHK mit Indikation für eine Bypassversorgung auf RIVA

**Dabei für alle Punkte geltend:**

1. Gute Koronarmorphologie;
2. keine instabile Angina pectoris mit EKG-Veränderungen oder pathologischen Enzymwerten
3. keine kardialen Begleiterkrankungen;
4. keine übermäßige Stammfettsucht.

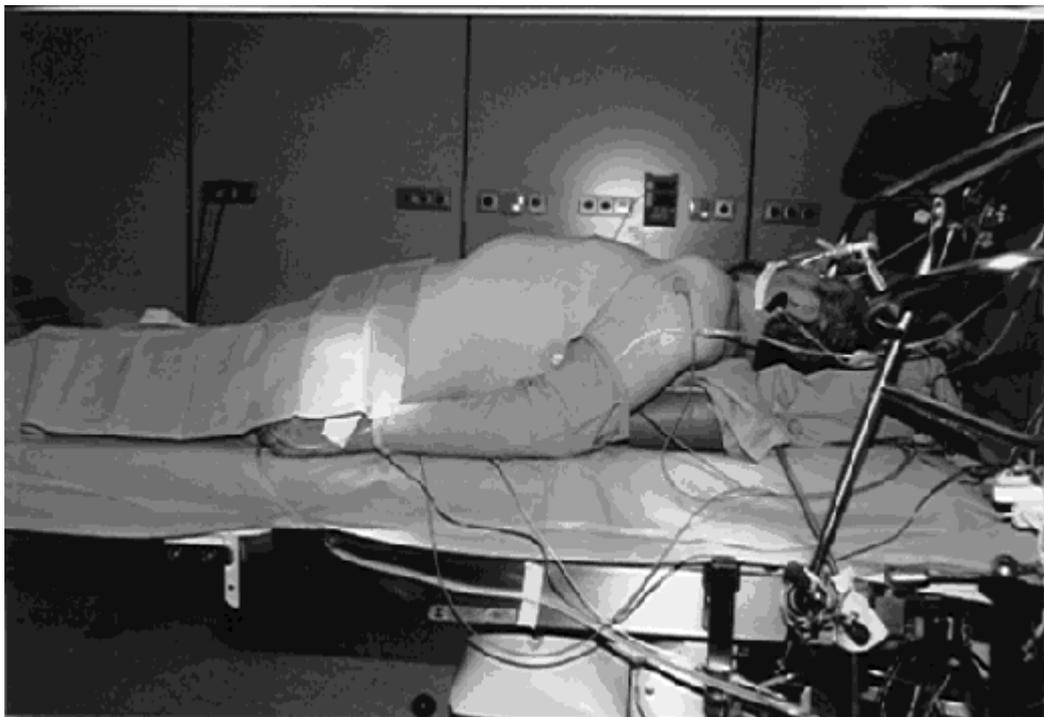
***3.2. Operative Technik***

Nachfolgend wird die am Herzzentrum Duisburg erarbeitete und dann standardisierte Operationstechnik beschrieben:

Der Patient wird in halbschräger Rechtsseitenlage auf einer aufblasbaren Gummirolle, welche sich unter der linken Schulter befindet, gelagert (Abb. 3).

Abb. 3. Lagerung des Patienten in halbschräger Seitenlagerung auf einer aufblasbaren Gummirolle

Er ist intubiert mit einem Doppellumentubus, um eine Einlungenbeatmung rechts durchführen zu können, damit auf der linken Seite ein ausreichender Situs durch kollabieren der Lunge hergestellt werden kann. Die Hautinzision erfolgt über dem 5.



Inte  
rco  
stal  
rau  
m  
(IC  
R),  
bei  
Mä  
nne  
rn  
(Ab

b. 4) etwa 2-3 cm unterhalb der Mamille, bei Frauen (Abb. 5) in der Submammärfalte, parasternal beginnend bis etwa 5 cm lateral der Mamille.

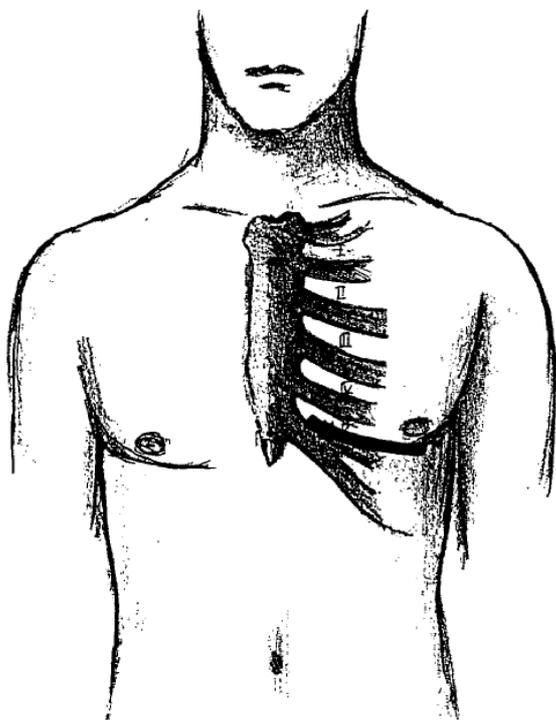


Abb. 4. Hautinzision bei männlichen Patienten

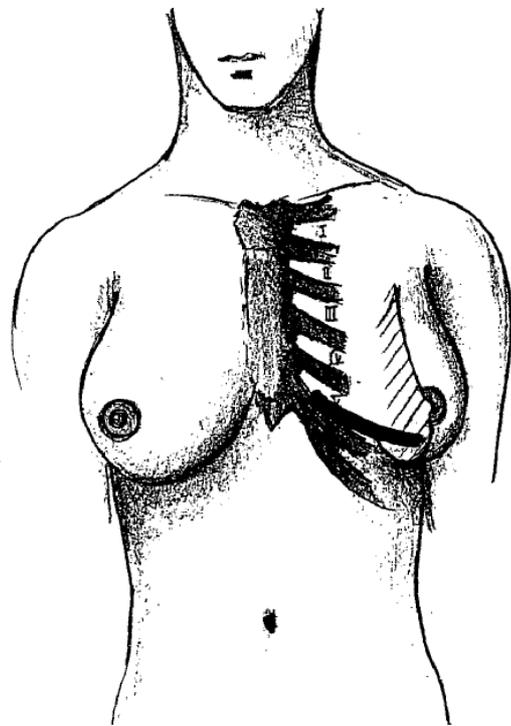


Abb.5. Hautinzision bei weiblichen Patienten

Mit dem Elektrokauter wird das subkutane Fettgewebe und der darunterliegende M. pectoralis major durchtrennt und der craniale Rand der 6. Rippe freigelegt. Nach Ausschaltung der linksseitigen Lungenbeatmung wird anschließend die

Intercostalmuskulatur direkt oberhalb der 6. Rippe durchtrennt und die Pleura im 5. ICR eröffnet.

Mit Hilfe eines Finochietto-Sperrers wird die Wunde etwas aufgespreizt, was eine uneingeschränkte direkte Sicht auf das Perikard ermöglicht. Im Bereich des costosternalen Übergangs wird die LITA nach kaudal freipräpariert und etwas mobilisiert, so daß sie bei weiterem Aufspreizen der Wunde nicht verletzt werden kann. Der Finochietto-Sperrerr wird jetzt entfernt und der Thora-Lift Sperrerr (Abb. 6, 7) bzw. der Lima-Lift Sperrerr eingesetzt (Abb. 8). Mit Hilfe dieser Sperrerr entsteht im Thorax eine Art Tunnel, da die caudalen Rippen nach unten gedrückt und die cranialen angehoben werden, so daß der Verlauf der LITA bis in die obere Thoraxapertur dargestellt werden kann.



Abb. 6. Thora-Lift Sperrerr der Firma AutoSuture

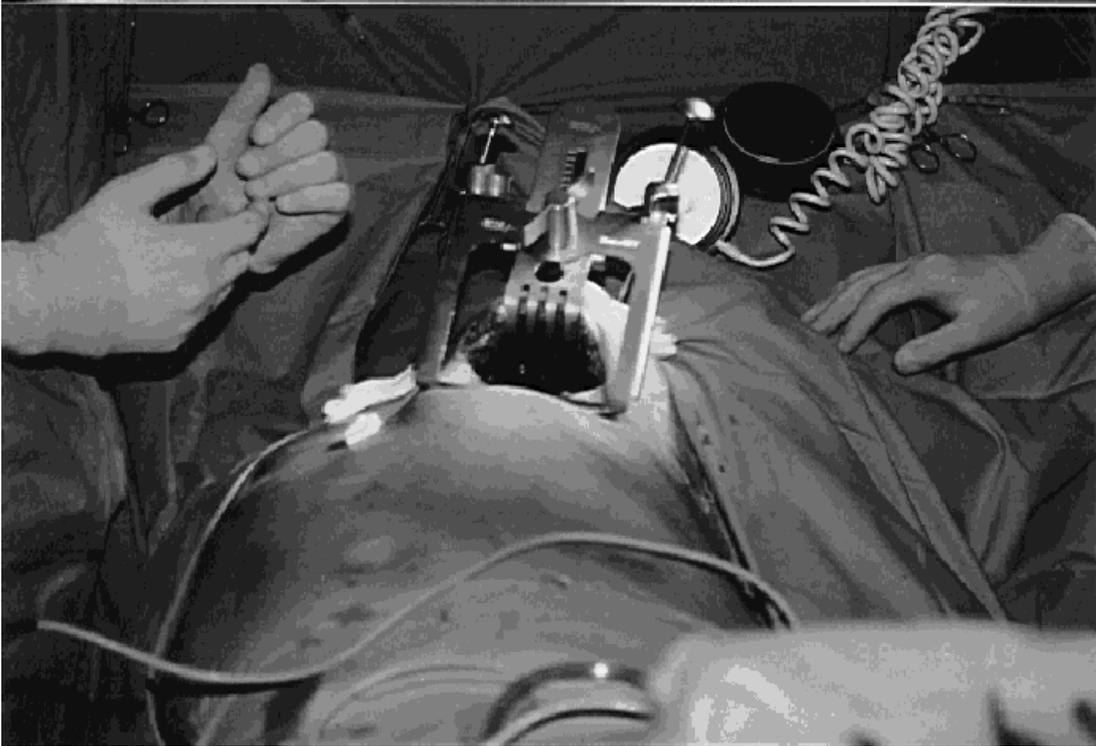


Abb. 7. Thora-Lift-Sperrer in situ

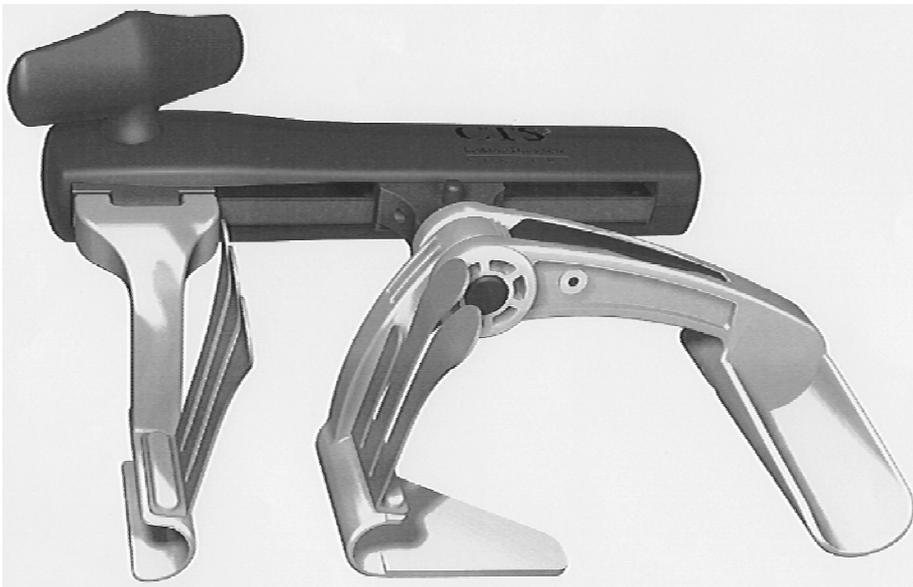


Abb. 8. Lima-Lift Sperrer der Firma CTS

Anschließend wird die LITA bis zur ersten Intercostalarterie freigelegt.

Nach Präparation eines ausreichend langen Pedikels und nach Applikation von 10000 IE unfraktioniertem Heparin intravenös, wird die LITA distal im Bereich der Bifurkation durchtrennt (Abb. 9).



Abb. 9. LITA nach Durchtrennung (Pfeil)

Dieser Sperrer wird wieder entfernt und der Rippenretraktor, an dem ein spezieller Stabilisator befestigt werden kann, eingesetzt.

Jetzt wird das Perikard über dem Verlauf des RIVA eröffnet und mit Haltnähten fixiert.

Die LITA wird im distalen Bereich skelettiert und der Länge nach etwa 2 cm weit inzidiert. Der Pedikel wird anschließend bis zur weiteren Verwendung am Wundrand befestigt (Abb.10).

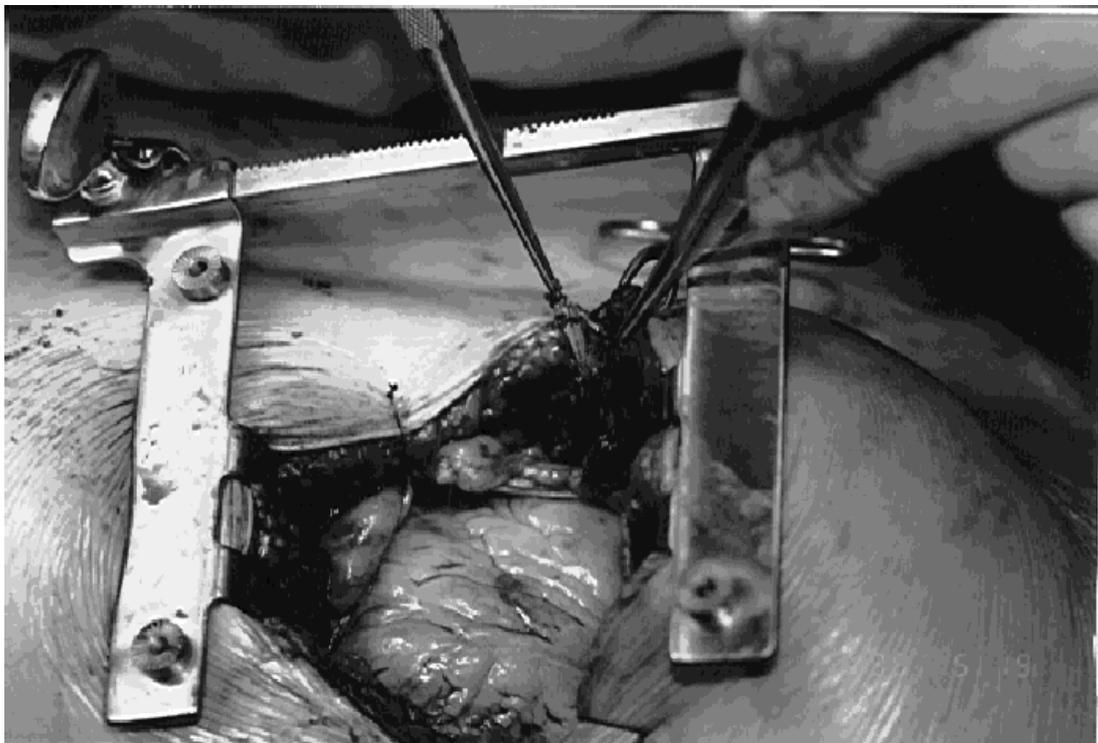


Abb. 10. Fixierung der LITA am Wundrand. In situ der Rippenretractor der Firma Snowden and Pencer

In dem Bereich, in dem die Anastomose erfolgen soll, wird der RIVA freipräpariert, zentral und peripher der Anastomosenstelle mit 3-0 Prolene umstochen und der Faden mit einem Tourniquet bezogen. Jetzt wird das Gefäß mit einem Stabilisator in einer möglichst optimalen Position stabilisiert (Abb.11).

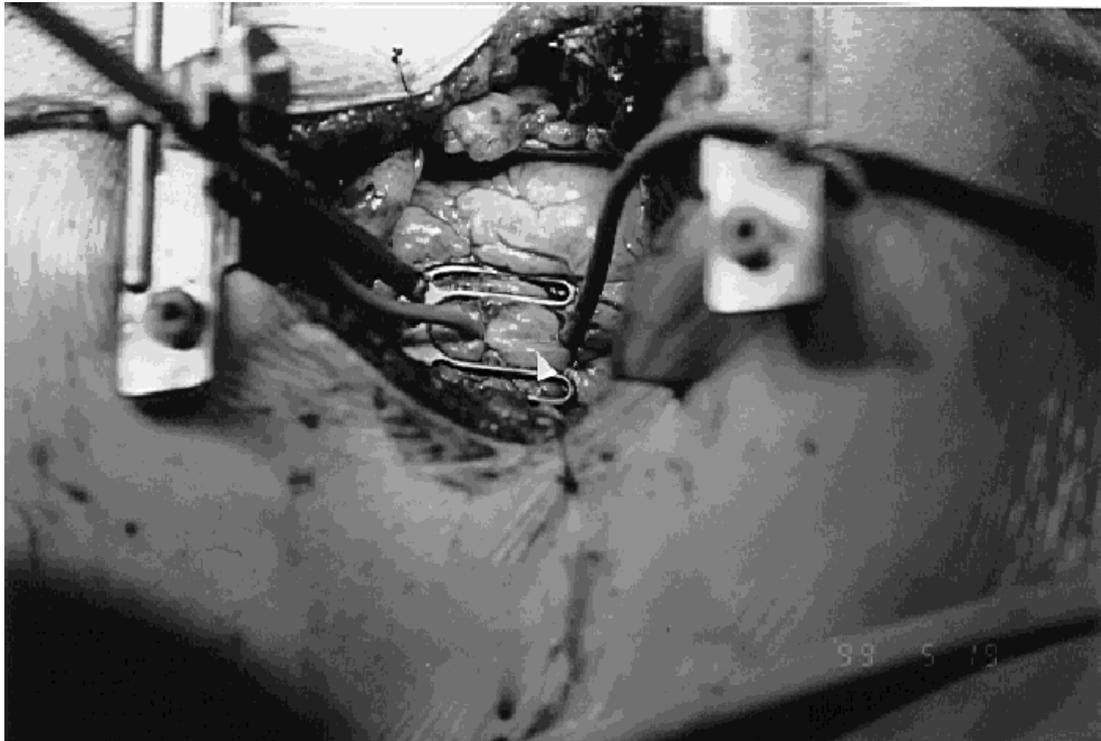


Abb. 11. RIVA nach Stabilisierung (Pfeil)

Zur besseren Stabilisierung kann in dieser Phase die Herzfrequenz, z.B. mit einem  $\beta$ -Blocker, medikamentös gesenkt werden. Dies hat den Vorteil, daß damit der Sauerstoffverbrauch des Herzens reduziert wird, was zu einer erweiterten Ischämietoleranz führt.

Die Tourniquets werden jetzt zugezogen, so daß der RIVA sowohl von zentral, als auch von peripher okkludiert wird.

Das Gefäß wird längsinzidiert und die Anastomose in typischer Weise mit der vorbereiteten LITA in End-zu-Seit Technik hergestellt.

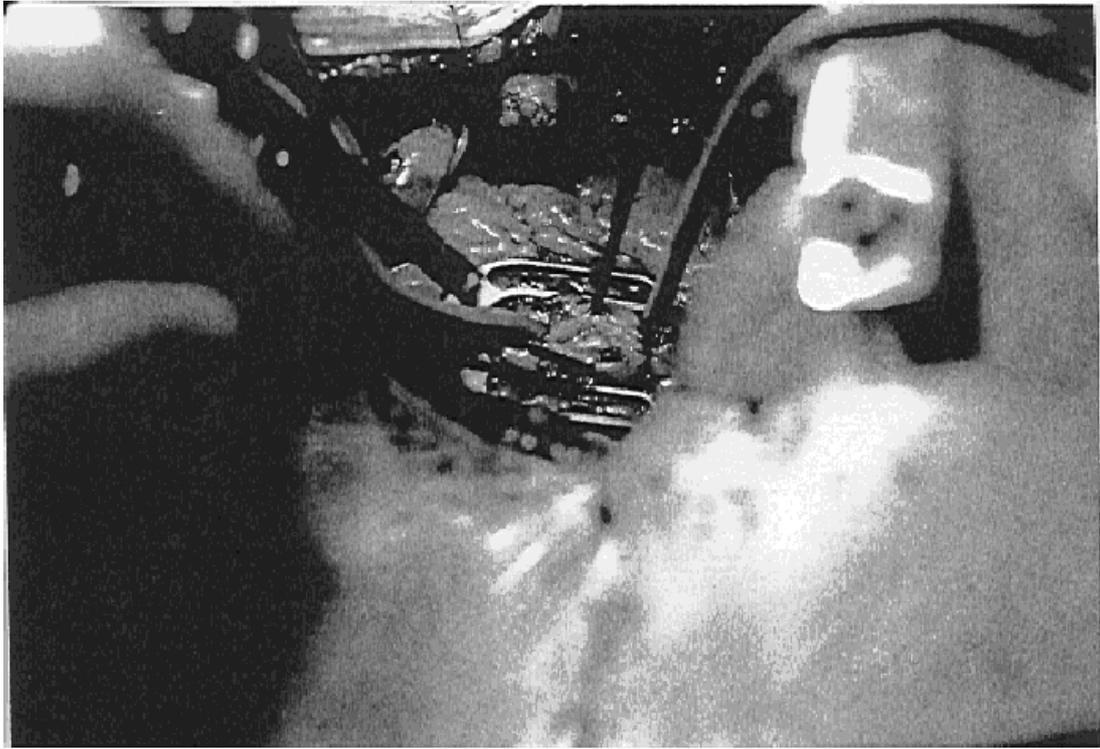


Abb. 12. RIVA nach Inzision

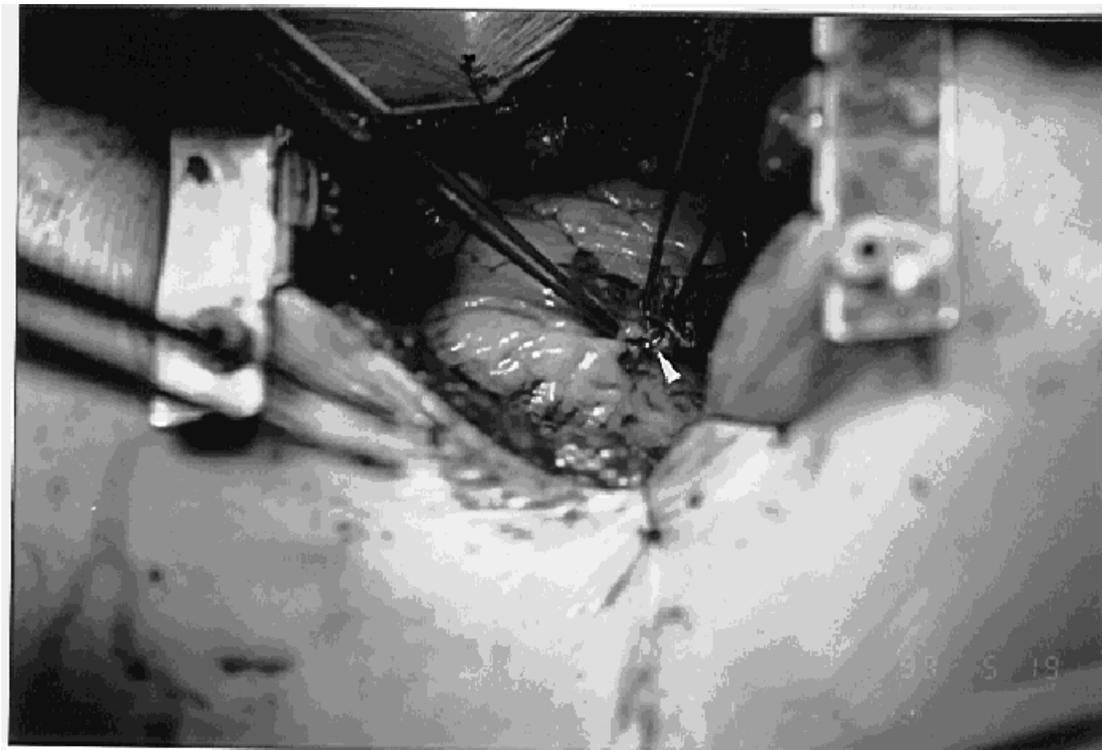


Abb. 13. Fertige Anastomose (Pfeil)

### **3.3. Methode**

#### **3.3.1. Präoperativ:**

Die präoperativen Befunde wurden aus den chirurgischen bzw kardiologischen Krankenblättern ermittelt. Anhand des abteilungsinternen 30-Tage Follow-up Qualitätssicherung Herzchirurgie wurde das Eintreten von Komplikationen nach Entlassung oder Verlegung aus der Klinik erfaßt.

Als Meßmethoden zur Beurteilung des Operationsergebnisses wurden folgende Untersuchungen herangezogen:

#### **3.3.2. Intraoperativ**

##### **Ultraschall-Flußmessung**

Intraoperativ wurde nach Fertigstellung der LITA-RIVA Anastomose der Blutfluß in der LITA mit einem Meßgerät der Firma CardioMed Systems (CardioMed CM 4000) gemessen, welches auf dem Prinzip der Transitzeit-und Dopplerverfahren beruht (Abb. 14).

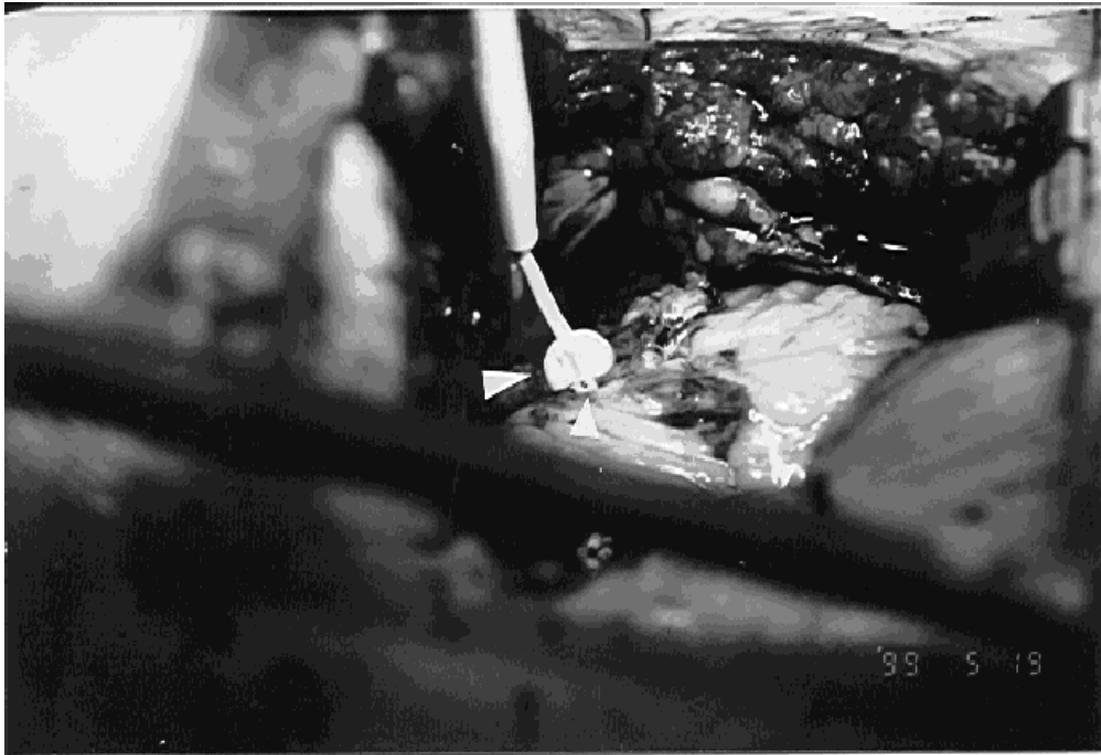


Abb. 14. Flußmessung in situ (Der senkrechte Pfeil weist auf den US-Kopf, in dem sich die skelettierte LITA befindet; der waagerechte Pfeil zeigt die Flußrichtung an)

Um sichere und vergleichbare Meßergebnisse erzielen zu können, muß die LITA aus dem Pedikel herausgeschält werden, weil das umliegende Gewebe die Messungen erheblich beeinträchtigen kann.

Ein Beispiel für eine nicht korrekte Messung zeigt Abb. 15. Bei dieser Messung wurde der Blutfluß in der LITA durch den Pedikel gemessen.

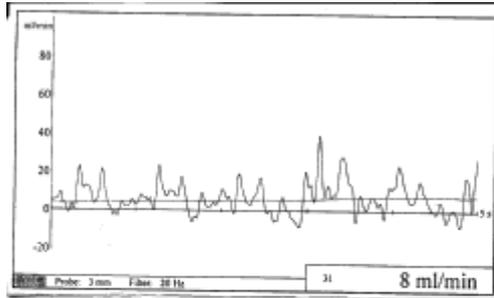


Abb. 15. Flußmessung im LITA-Pedikel

Abb. 16 zeigt die deutlich verbesserte Flußdarstellung, nachdem die LITA im Pedikel skelettiert wurde.

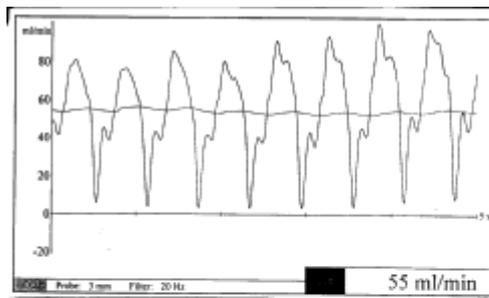


Abb. 16. Flußmessung an der skelettierten LITA

### ***3.3.3. Postoperativ***

#### **Kontrollkoronarangiographie**

4-6 Wochen postoperativ wurde eine Kontrollangiographie des LITA-RIVA Bypass zur Beurteilung des Grafts, des Koronargefäßes und der Anastomose durchgeführt.

### ***3.4. Patienten***

Zwischen 07/1998 und 03/1999 wurden 100 Patienten, 80 Männer (80,0 %) und 20 Frauen (20,0 %) im Herzzentrum KWK Duisburg einer MIDCAB-Prozedur zugeführt. Das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation lag zwischen 36 und 86 Jahren, im Durchschnitt bei  $61,6 \pm 11,1$  Jahren.

76 (76,0 %) Patienten hatten eine 1-Gefäß KHK, 6 (6,0 %) eine 2-Gefäß KHK und 3 (3,0 %) eine 3-Gefäß KHK. 15 (15,0 %) Patienten waren bereits einer myokardialen Revaskularisation unterzogen, von denen 3 (3,0 %) bereits das 2. Rezidiv nach vorher konventionellen Operationen hatten.

## 4. ERGEBNISSE

### 4.1. *Intraoperativer Verlauf*

Bei 88 Patienten (88,0 %) konnte die MIDCAB Prozedur zu Ende geführt werden.

Bei 12 Patienten (12,0 %) wurde eine Konversion auf eine konventionelle Operation mit medianer Sternotomie und EKZ erforderlich.

Die Operationsdauer betrug im Mittel  $133,6 \pm 37,4$  min. (75-265 min.). Die Einlungenbeatmung dauerte im Mittel  $92,9 \pm 28,1$  min (22-168 min.).

Ein  $\beta$ -Blocker zur intraoperativen pharmakologischen Stabilisierung des Herzens, d.h. zur Senkung der Herzfrequenz, wurde bei 34 Patienten (39,1 %) eingesetzt.

Bei 49 Patienten (56,3 %) konnten intraoperativ verlässliche Ultraschallflußmessungen durchgeführt werden.

Es wurde im Mittel ein Fluß von  $43,4 \pm 15,3$  ml/min (12,2-100,4 ml/min) systolisch gemessen.

#### 4.1.1. *Komplikationen*

##### **Konversionen**

Bei den 12 Patienten (12,0 %), bei denen eine Konversion durchgeführt werden mußte, waren die Gründe

1. bei 7 Patienten (58,3 %) ein intramuraler RIVA-Verlauf
2. ein schlechter Blutfluß über die LITA bei 4 Patienten (33,3 %)
3. eine iatrogene LITA-Verletzung bei einem Patienten (8,3 %).

## **Klinische Komplikationen**

ST-Streckenveränderungen bei RIVA-Okklusion wurden bei 2 Patienten (2,0 %) registriert. Eine damit verbundene hämodynamische Instabilität wurde nicht beobachtet. Ein perioperativer Myokardinfarkt trat bei 2 Patienten (2,0 %) auf. Dies wurde anhand des Enzymverlaufs (Verhältnis CK/CKMB > 5 %) und anhand von neu aufgetretenen ST-Streckenveränderungen im EKG festgestellt. Diese Veränderungen waren bei einem Patienten im Vorderwandbereich und bei einem weiteren Patienten im Hinterwandbereich zu sehen.

## ***4.2. Postoperativer Verlauf***

### ***4.2.1. Klinische Entwicklung***

57 (57,0 %) der Patienten konnten direkt postoperativ im Operationsaal extubiert werden, eine kurzzeitige Reintubation, bei schlechtem Gasaustausch, war in einem Fall (1,0 %) notwendig.

Die postoperative Nachbeatmungszeit bei den übrigen 43 Patienten (43,0 %) belief sich auf im Mittel  $5,4 \pm 10,9$  Std., die geringste Beatmungsdauer war 1,0 Std. und die längste war 71 Std. (Dieser Patient wurde intubiert und beatmet in eine externe Klinik verlegt und ist einen Tag später an Folgen einer low cardiac output Symptomatik verstorben. Der Patient war bereits zweimal konventionell einer myokardialen Revaskularisation unterzogen worden und als Notfall, intubiert und beatmet, mit low cardiac output Symptomatik und implantierter IABP dem MIDCAB-Eingriff zugeführt worden).

Die postoperative Liegezeit auf der Intensivstation betrug im Mittel  $1,1 \pm 0,9$  Tage (0 - 5,1 Tage).

#### **4.2.2. Postoperative Komplikationen (klinisch)**

Wegen eines Hämatothorax wurde postoperativ bei 4 Patienten (4,0 %) eine Thoraxdrainage erforderlich. Bei 2 Patienten (2,0 %) wurde ein intrapleurales Hämatom thorakoskopisch ausgeräumt.

Ein Pneumothorax machte bei 2 Patienten (2,0 %) eine Thoraxdrainage erforderlich.

Wegen stärkerer postoperativer Blutungstendenz mußten 6 Patienten (6,0 %) rethorakotomiert werden. Bei 5 Patienten (5,0 %) gelang die Blutstillung über die linkslaterale Thorakotomie. Bei 2 Patienten (2,0 %) hatte es aus dem Pedikel geblutet und bei 3 Patienten (3,0 %) konnte keine eindeutige Blutungsquelle identifiziert werden. Ein Patient (1,0 %) mußte sternotomiert werden, weil die Blutungsquelle im Bereich der Anastomose über den primären Zugang nicht sicher behoben werden konnte

Postoperative Komplikationen (allgemein)	Patientenzahl
Hämatothorax	4 (4,0 %)
Pneumothorax	2 (2,0 %)
Rethorakotomie (Blutung)	6 (6,0 %)
Neurolog. Komplikationen	1 (1,0 %)
Wundheilungsstörungen	6 (6,0 %)
Hospitalletalität (<30 Tage)	5 (5,0 %)

Tab. 1. Allgemeine postoperative Komplikationen

Neurologische Symptome wurden bei einem Patienten (1,0 %) festgestellt. Dies machte sich in Form einer homonymen Hemianopsie bemerkbar, bei einem im CCT nachgewiesenen rechtsseitigen Infarkt im Versorgungsbereich der A. cerebri posterior und ischämischen Arealen im Bereich beider A. cerebri media. Bei diesem Patienten

war eine Konversion erforderlich geworden; offensichtlich entwickelte er unter EKZ Mikroembolien.

Oberflächliche Wundheilungsstörungen wurden bei 6 Patienten (6,0 %) beobachtet, wobei keine operativ revidiert werden mußte.

5 Patienten (5,0 %) sind perioperativ (<30 Tage) verstorben.

Diese Patienten und die Todesursachen sind in Tab. 2 aufgelistet:

Patient	Geschlecht	Alter	Postop. Tag	Todesursache
O.B.	m	85	4	Low cardiac output bei Hinterwandinfarkt, Rethorakotomie zur Reanimation
R.O.	m	77	14	Gastrointestinale Blutung und Ileus bei Multiorganversagen, nach allergischer Reaktion auf Fremdblut
H.B.	m	74	30	Akuter kardiogener Schock
G.F.	m	78	4	Low cardiac output, Nierenversagen, IABP-Implantation, Z.n. 2. Rezidiveingriff
M.K.	w	86	10	Hypotone Dehydratation bei allgemeiner körperlicher Schwäche

Tab. 2. Verstorbene Patienten

#### **4.2.3. Postoperative Komplikationen (technisch)**

Ein Patient (1,0 %) mußte am 1. postoperativen Tag erneut per MIDCAB operiert werden. Die Ursache war früh postoperativ rezidivierend aufgetretene Angina pectoris Symptomatik mit kontinuierlichen ST-Streckenveränderungen in den Vorderwandableitungen, die eine Koronarangiographie erforderlich machten. Dabei wurde eine hochgradige Stenose in der LITA-RIVA Anastomose festgestellt (Abb. 17).



Abb. 17. Hochgradige Stenose im Bereich der Anastomose

Daraufhin wurde der Patient umgehend per MIDCAB reoperiert. Weil aufgrund der Revision die LITA verkürzt werden mußte, wurde sie mit einem Interponat aus der

Vena saphena magna verlängert. Nach Beendigung der Operation wurde eine erneute Angiographie durchgeführt, wobei sich unauffällige Graft- und Anastomosenverhältnisse fanden (Abb. 18).

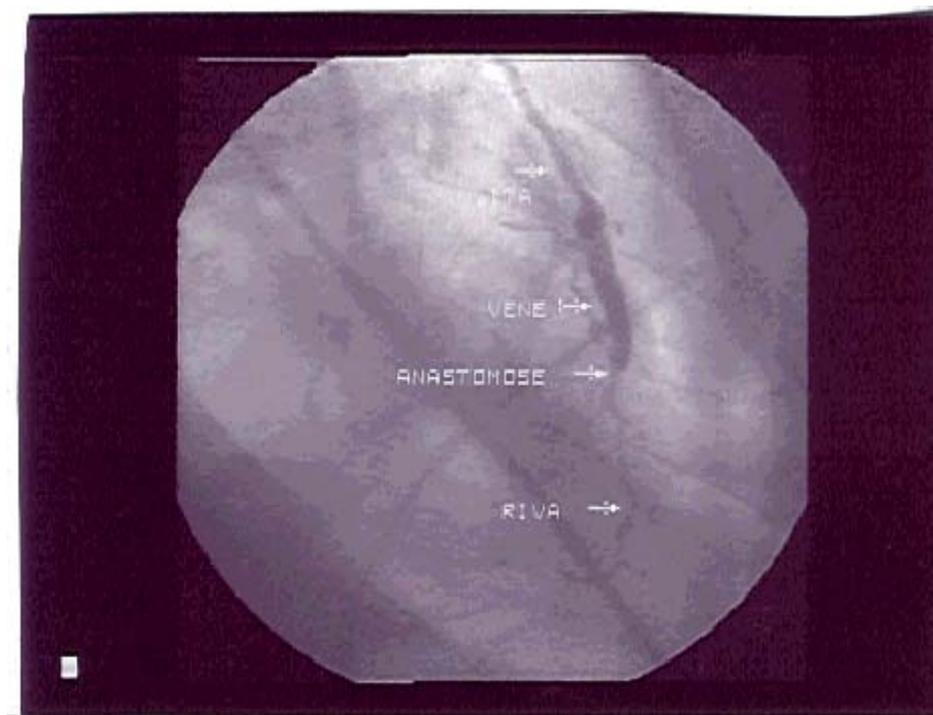


Abb. 18. Unauffällige Anastomosenverhältnisse fanden sich nach Interposition eines Venensegmentes

#### 4.2.4. Kontroll-Koronarangiographie

77 Patienten (91,6 %) wurden postoperativ koronarangiographiert.

Unauffällige Grafts und Anastomosen fanden sich bei 59 Patienten (76,6 %) (Abb. 19).

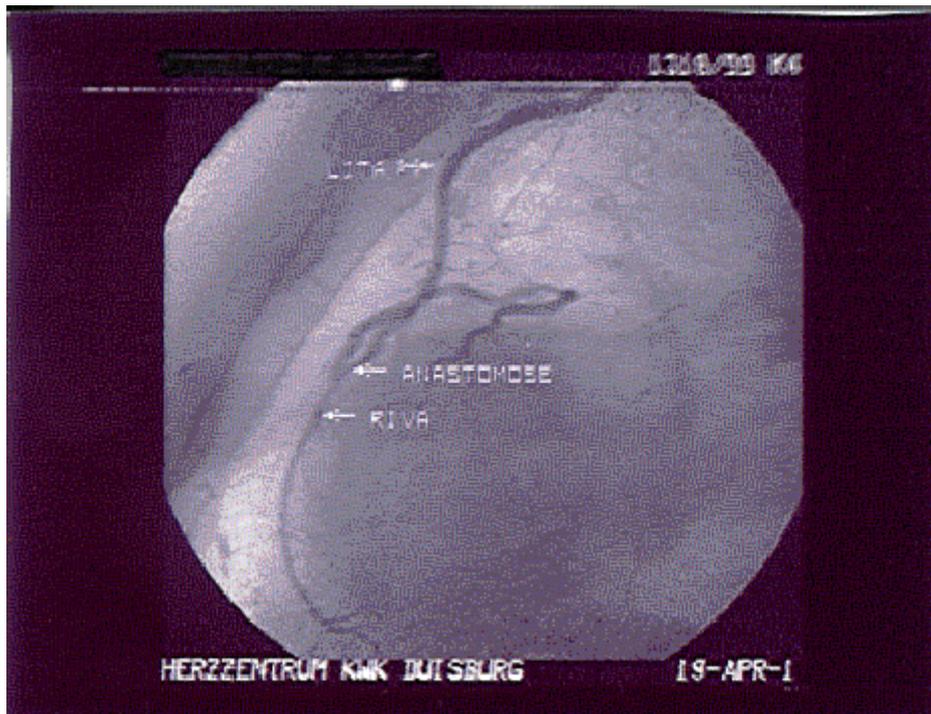


Abb. 19. Unauffällige Graft-, RIVA- und Anastomosenverhältnisse

Geringgradige Stenosen (<50 %) wurden bei 7 Patienten (9,1 %) nachgewiesen (Abb. 20).



Abb. 20. Geringgradige Stenose im Anastomosenbereich

Höhergradige Stenosen (>50 %) (Abb. 17) wurden bei 8 Patienten (10,3 %) und Bypassverschlüsse (Abb. 21) in 3 (3,9 %) Fällen registriert.



Abb.21. Bypassverschluß im Anastomosenbereich

Tab. 3 zeigt eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Kontroll-Koronarangiographien:

Angiographieergebnisse	Patientenzahl
Unauffälliger Befund	59 (76,6 %)
Geringgradige Stenosen (<50 %)	7 ( 9,1 %)
Höhergradige Stenosen (>50 %)	8 (10,3 %)
Bypassverschlüsse	3 ( 3,9 %)

Tab. 3. Ergebnisse der Koronarangiographien

#### **4.2.5. Ergebnisse**

Jeder der 7 Patienten (9,1 %) mit geringgradigen Stenosen ist im Alltag auch unter Belastung beschwerdefrei.

Ein Patient (1,3%) mit hochgradiger Bypassstenose wurde am 1. postoperativen Tag reoperiert und es erfolgte eine Bypassrevision (s.o.). Bei einem weiteren Patienten (1,3%) wurde 6 Monate postoperativ erfolgreich eine PTCA im Anastomosenbereich durchgeführt. Der Patient ist unter Alltagsbelastungen zur Zeit beschwerdefrei. Von den verbliebenen 6 Patienten (7,8%) mit höhergradigen Stenosen hat zum jetzigen Zeitpunkt im Alltag keiner Beschwerden.

Bei den drei Patienten mit Bypassverschlüssen erscheint eine Reoperation, wegen des sehr kleinkalibrig angelegten RIVA und der bereits sehr peripheren Lage der Anastomosen, nicht praktikabel. Diese Patienten sind zur Zeit ebenfalls beschwerdefrei.

Die Beurteilung des klinischen Zustandes der Patienten richtete sich nach der Schweregradeinteilung der New York Heart Association (NYHA). Die klinischen Stadien der 100 Patienten vor und ca. 6 Wochen nach myokardialer Revaskularisation sind in Abb. 22 dargestellt. Es ist ersichtlich, daß nach Revaskularisation bei 88 Patienten (88 %) eine anhaltende Besserung um mindestens 1 NYHA Klasse, bei 7 Patienten (7 %) keine Änderung und bei 5 Patienten (5 %) eine Verschlechterung des klinischen Zustandes beobachtet wurde. Diese 5 Patienten waren verstorben.

Patienten mit geringgradigen Stenosen haben sich klinisch gebessert.

Patienten mit hochgradigen Stenosen sind besser oder klinisch unverändert geblieben.

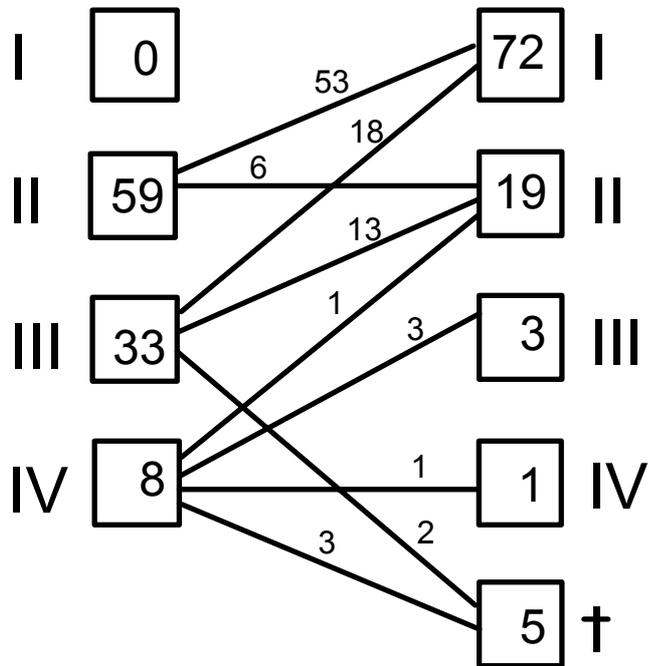


Abb. 22. Entsprechend der NYHA Klassifikation sind 69 (69 %) um 1 Klasse, 19 Patienten (19 %) um 2 Klassen gebessert. Bei 7 Patienten (7 %) ist keine Änderung und bei 5 Patienten eine Verschlechterung um 1 Klasse zu verzeichnen.

## 5. DISKUSSION

Ganz allgemein ausgedrückt, soll die minimal invasive koronare Bypassoperation, MIDCAB, ein Operationsverfahren in der Herzchirurgie sein, welches es ermöglicht, einem ausgesuchten Patientengut unter geringerem Risiko vergleichbar gute OP-Ergebnisse, wie bei Eingriffen mit EKZ zuteil werden zu lassen.

Die Zielsetzung für jede Bypassoperation ist technisch vollkommene anatomische Ergebnisse herzustellen und evtl. operationsbedingte Schäden gering zu halten. Die Voraussetzungen, um diese Bedingungen zu erreichen, sind gute Exposition des Operationssitus und entsprechende Myokardprotektion. Dazu muß neben großer Erfahrung des Operateurs das entsprechende Instrumentarium zur Verfügung stehen.

Die im Herzzentrum Duisburg verwendete MIDCAB-Methode ist von Calafiore et al. bzw Benetti et al. übernommen und auch vergleichbar mit den von anderen Chirurgen eingesetzten Verfahren (5, 8, 17, 24, 35, 41, 44).

Andere Autoren, die ähnliche Methoden verwenden, resezieren zusätzlich eine oder zwei Rippen, um einen besseren Situs herzustellen (1, 23, 31, 36). Dies war im untersuchten Patientengut im Rahmen der verwendeten Methode und Expositionstechnik nicht erforderlich. Lediglich in drei Fällen, wo anatomische Gegebenheiten eine sichere Anwendung dieser Technik nicht ermöglichten, war eine Rippenresektion notwendig.

Bei den 24 Patienten mit 2-bzw. 3-Gefäß KHK wurde nur eine inkomplette Revaskularisation durchgeführt. Bei diesen Patienten war entweder das Risiko für die

konventionelle Operation zu hoch (3 Pat.) oder der restliche Gefäßstatus für eine komplette Revaskularisation aus diversen Gründen nicht geeignet (21 Pat.):

Die Gefäße waren entweder

- verschlossen
- oder zu kleinkalibrig
- oder bereits interventionell mit PTCA und Stent erfolgreich behandelt
- oder noch mit intakten Gefäßbrücken versorgt (bei konventionell voroperierten Patienten)
- oder hatten nur geringgradige Stenosen (<50 %).

Obwohl zahlreiche Arbeiten belegen (7,11), daß nur eine komplette Revaskularisation die klinischen, funktionellen und prognostischen Ergebnisse verbessert, ist in manchen Fällen ein Kompromiß unumgänglich. Hier können durch das MIDCAB-Verfahren die im Kapitel 1.2.3. bereits erwähnten Nachteile der konventionellen Eingriffe aufgrund des weniger invasiven Umfangs eliminiert werden.

Für den Fall, daß durch Fortschreiten der KHK später ein Rezidiveingriff erforderlich werden sollte, profitieren diese Patienten vom geringeren Umfang des MIDCAB.

Bei 88 % der Patienten konnte MIDCAB komplett durchgeführt werden. Die Anzahl der Konversionen betrug 12,0 %. Dies war in 8,0 % der gesamten Fälle anatomisch bedingt, aufgrund eines intramural verlaufenden RIVA, und nicht vorhersehbar. Bei den restlichen 4,0 % führte ein insuffizienter Blutfluß in der LITA zur Konversion. Diese Patienten wurden dann mit einem Venenbypass auf RIVA versorgt. Verglichen mit anderen Autoren, die eine Konversionsrate zwischen 0 - 25,0 % angeben, ist die eigene Frequenz von 12,0 % gut tolerabel. Als Gründe werden technische Schwierigkeiten und persistierende Rhythmusstörungen angegeben (1, 2, 4, 5, 10, 12, 13, 30, 42).

In unserem Kollektiv wurde bei den 8 Patienten mit intramural verlaufendem RIVA die Indikation zur Konversion großzügig gestellt, um den Patienten weitere technisch bedingte Risiken nicht zumuten zu müssen.

91,6 % unseres Patientenkollektives konnten im postoperativen Verlauf Kontroll-Koronarangiographien unterzogen werden. Dies ist im internationalen Vergleich eine relativ hohe Zahl. Die meisten Autoren geben bei größeren operierten Kollektiven (> 50 Patienten) Angiographieraten von nur etwa 50 % an (4, 5, 10, 27, 33, 45).

Dabei werden hochgradige Stenosen und Bypassverschlüsse bei 1,0 - 9,0 % der Patienten beobachtet (5, 10, 27, 33, 45).

In unserem Kollektiv mußte nur bei einem Patienten (1,0 % des Gesamtkollektivs) eine chirurgische Anastomosenrevision und bei einem weiteren (1,0 %) eine interventionelle Maßnahme (PTCA) im Anastomosenbereich durchgeführt werden. Die hierzu von anderen Autoren angegebenen Zahlen variieren erheblich: Calafiore et al. geben Revisionsraten von 7,3 % und Pagni et al. von sogar 13,3 % an. (9, 31)

Nach Calafiore et al. haben sich die Resultate nach Einführung eines Stabilisators für RIVA von 87,0 % unauffälligen Anastomosen auf 98,2 % verbessert. (10)

Subramanian et al. berichten über ähnliche Erfahrungen. Ohne Stabilisator wurden Offenheitsraten von 89 % (63/71) und mit Stabilisator von 97 % (70/72) erreicht. Der Unterschied ist signifikant ( $p = 0,055$ ) (42). Beide Autoren setzten initial nur medikamentöse Stabilisierung durch einen  $\beta$ -Blocker ein (10, 42).

In unserem Kollektiv sind alle Anastomosen ohne Ausnahme mit Hilfe eines Stabilisators erstellt worden. Bei ungünstigeren intraoperativen Bedingungen wurde zur

weiteren Stabilisierung ein  $\beta$ -Blocker (Esmolol) appliziert. Dies ist von besonderer Bedeutung, da wir somit weit geringere Revisionszahlen vorweisen können.

Intraoperative Flußmessungen liefern über die Qualität des Bypasses bzw. der Anastomose, aufgrund der aufwendigen Verwendungstechnik, nicht immer verlässliche Ergebnisse. Bei den Messungen der LITA im Pedikel kann lediglich unterschieden werden, ob ein Blutfluß vorhanden ist oder nicht. Um sichere, vergleichbare Ergebnisse ermitteln zu können, muß die LITA im Meßbereich des Pedikels vom umliegenden Gewebe isoliert werden, was u.a. mit dem Risiko einer Dissektion, mit Blutungskomplikationen und Gefährdung der Anastomose verbunden ist.

Diese Messungen sind von Bedeutung, wenn auf diese Weise ein unmittelbar intraoperativ entstandener Bypassverschluss erkannt werden kann. Diese Angaben beruhen auf eigener Erfahrung. Literaturangaben sind z. Zt. nicht verfügbar.

Abb. 23 zeigt das Bild einer insuffizienten Flußmessung im Pedikel (ein Blutfluß von max 5ml/min. ist vorhanden, kein Bypassverschluß), wo aufgrund der geringen Flußmenge die Anastomose normalerweise hätte revidiert werden müssen.

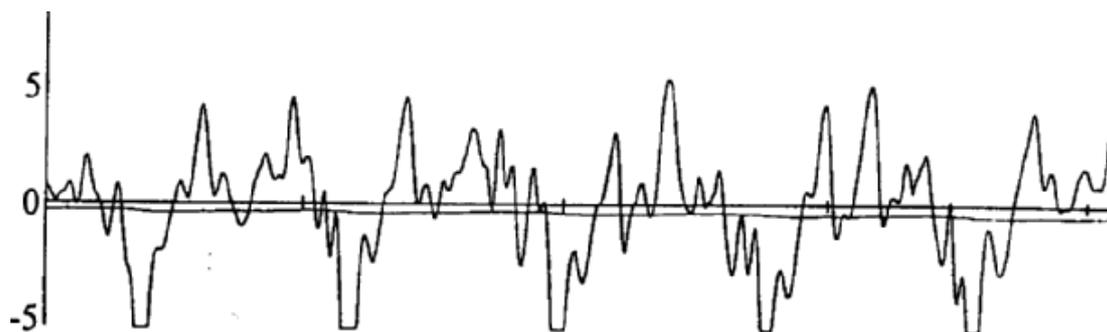


Abb. 23. Bild einer insuffizienten Flußmessung

Intraoperativ wurde jedoch keine klinische Indikation zur Revision gestellt, da die LITA gut pulsierte und am Herzen keine Zeichen einer Minderperfusion existierten. Der postoperative klinische Verlauf war ebenfalls unauffällig.

Die nach 6 Wochen durchgeführte Koronarangiographie zeigte unauffällige Graft- und Anastomosenverhältnisse. Dieses Beispiel belegt auch, daß Ultraschallmessungen nicht immer verlässlich sind, und daher die Beurteilung der individuellen Situation durch den erfahrenen Operateur definitiv wichtiger ist.

Dies hebt die Bedeutung der postoperativ durchgeführten Koronarangiographien zur Kontrolle um so mehr hervor.

Die Verwendung von Shunts zur Überbrückung der Ischämiezeit halten wir aus verschiedenen Gründen nicht für indiziert:

- Während der RIVA-Occlusion traten keine Herzrhythmusstörungen auf
- Die Anwendung ist umständlich, da sie eine erhebliche Behinderung während des Erstellens der Anastomose hervorrufen und
- Ihre Verwendung kann zu Endothelschäden in der Koronararterie führen.

Aus gleichen Gründen halten auch Subramanian et al. die Verwendung von Shunts für nicht notwendig. In deren Kollektiv von 199 Patienten kam es lediglich bei einem Patienten zu einer intraoperativen hämodynamischen Instabilität (42).

Ein beträchtlicher Vorteil von MIDCAB ist die bessere Ausgangssituation für die Mobilisation der Patienten. 57,0 % konnten direkt im Operationssaal extubiert werden. 98,0 % der Patienten wurden am 1. postoperativen Tag auf die Normalstation verlegt und dort von Physiotherapeuten aus dem Bett heraus mobilisiert werden.

Klinisch fiel bei fast allen MIDCAB Patienten auf, daß sie direkt postoperativ über mehr Schmerzen geklagt haben als konventionell operierte Patienten. Nach einigen Tagen verminderten sich jedoch diese Beschwerden, bis sie sich subjektiv auf einem vergleichbaren Niveau wie nach Sternotomie befanden. In der Literatur findet sich hierzu keine einheitliche Aussage. Calafiore et al sowie Oz et al wollen in ihren untersuchten Kollektiven nach MIDCAB-Prozeduren eher weniger Schmerzen als nach konventionellen Eingriffen sehen (8, 30). Subramanian et al berichtet, daß bei Patienten, denen eine Rippe entfernt werden mußte, mehr Schmerzen auftraten. Bei Patienten, bei denen eine Rippenresektion nicht erforderlich war, wurden die Schmerzen auf gleichem Level, wie nach konventionellen Operationen, angegeben (42). Borges et al berichten dagegen in ihrem Kollektiv über mehr Schmerzen in der MIDCAB-Gruppe, besonders nach Rippenresektionen (6).

Die Rethorakotomie eines konventionell operierten Patienten erhöht das Eintreten weiterer Komplikationen (z.B. Wundheilungsstörungen, Sternuminstabilität, -infektion, Mediastinitis) erheblich.

Die Rethorakotomierate von 6,0 % wird von Calafiore et al. im Vergleich mit konventionellen Operationen ähnlich angegeben (8). Suen et al. geben sogar 12,5 % an (43).

Bei 3,7 % der Patienten werden über Wundrevisionen berichtet. 14,8 % der Patienten haben kleinere oberflächliche Wundheilungsstörungen, die eher konservativ zu behandeln sind (13).

Die postoperativ aufgetretenen Wundheilungsstörungen, die auch von anderen Autoren beschrieben werden, belaufen sich auf ca. 6,0 % und sind meistens, so auch in der

vorliegenden Studie oberflächlich und bedürfen in der Regel keiner operativen Revision im Gegensatz zu einer Sternuminfektion. Die Patienten werden dadurch ebenfalls nicht in ihrer Mobilisation behindert (1, 8, 32, 33).

Mit der Verwendung der extrakorporalen Zirkulation (s.o.) assoziierte Komplikationen wurden im untersuchten Patientenkollektiv nicht beobachtet. Besonders neurologische Ausfälle, die nach konventionellen Operationen in einer Häufigkeit von 3,0 % angegeben werden, wurden in unserem Kollektiv nicht beobachtet. Dies belegen auch Veröffentlichungen anderer Autoren (14, 28).

Die Letalitätsrate von 5,0 % liegt über der der konventionellen Eingriffe. Sie wird auch von anderen Autoren ähnlich angegeben. In der Literatur trifft man Letalitätsraten von 1,0 - 7,0 %. Hierzu ist zu bemerken, daß im untersuchten, wie auch in der Literatur angegebenen Patientengut, Hochrisikopatienten mit als ungünstig zu erwartender Prognose und Inoperabilität für konventionelle Verfahren durch MIDCAB operiert werden mußten (4, 5, 13, 41, 44).

Bemerkenswert ist, daß sich 88 % der Patienten klinisch um mindestens eine NYHA-Klasse gebessert haben.

Die ersten Erfahrungen im Herzzentrum Duisburg an 100 Patienten im Zeitraum von 19 Monaten zeigen, daß ein differenzierter Einsatz der MIDCAB-Technik eine wichtige Erweiterung des herzchirurgischen Therapiespektrums ermöglicht hat.

Vorteilhaft sind ohne Zweifel die Vermeidung der medianen Sternotomie und der EKZ und deren Komplikationen, sowie ein ausgeprägt besserer Erholungsverlauf und ein besseres kosmetisches Ergebnis aufgrund der kleineren Inzision. Durch die

Weiterentwicklung der speziellen Instrumente sind inzwischen die Voraussetzungen für ein standardisiertes Operationsverfahren mit geringen Konversions- und Komplikationsraten gegeben. Die mechanische Stabilisation des RIVA stellt dabei einen wichtigen Schritt zur Erstellung der Anastomosen dar. Spezielle Sperrer erlauben einen nahezu kompletten Verzicht auf Rippenresektionen, was für eine geringere Traumatisierung verantwortlich ist.

In Anbetracht der erheblichen Begleiterkrankungen und z.T. hohen kardialen Risiken bei einem großen Teil der Patienten erscheint die perioperative Letalität vergleichsweise gering und damit tolerabel.

MIDCAB stellt somit eine sinnvolle Alternative zur konventionellen Revaskularisation und zur interventionellen Behandlung bei einem ausgesuchten Patientengut dar.

## **6. SCHLUSSFOLGERUNG**

Die bisherigen Erfahrungen mit der minimal-invasiven Koronarchirurgie, die eine wesentliche Alternative zur konventionellen Bypassoperation sein kann, sind sehr positiv. Es ist gelungen zu zeigen, daß in den Punkten:

- Vermeidung von Sternotomie,
- Vermeidung der extrakorporalen Zirkulation,
- Limitierung der Hautinzisionen

die konventionelle Bypasschirurgie an einem ausgewählten Patientenkollektiv durch schonendere neue Alternativen ergänzt werden kann.

## 7. ZUSAMMENFASSUNG

Es wird über 100 Patienten berichtet, die von 07/1997-03/1999 einer myokardialen Revaskularisation, durch Anlegen eines einfachen aorto-koronaren Bypass zwischen der linken A. thoracica interna (LITA) und dem R. interventrikularis anterior (RIVA) durch einen minimal invasiven Eingriff (MIDCAB) ohne extrakorporale Zirkulation (EKZ), zugeführt wurden.

Das Alter der 80 männlichen (80,0 %) und 20 weiblichen (20,0 %) Patienten zum Zeitpunkt der Operation lag zwischen 36 und 86 Jahren. 76 (76,0 %) Patienten hatten eine 1-Gefäß KHK, 6 (6,0 %) eine 2-Gefäß KHK und 3 (3,0 %) eine 3-Gefäß KHK. 15 (15,0 %) Patienten waren bereits einer myokardialen Revaskularisation unterzogen, von denen 3 (3,0 %) bereits das 2. Rezidiv nach vorher konventionellen Operationen hatten.

Die Operationsdauer betrug durchschnittlich 133,6 min. und einer mittleren Einlungenbeatmungszeit von 92,9 min.. Intraoperativ konnte bei 49 Patienten eine suffiziente US-Flußmessung mit einem mittleren Fluß von 43,4 ml/min. über der LITA gemessen werden. Während der RIVA-Okklusion wurden bei 2 Patienten (2,0 %) EKG-Veränderungen ohne hämodynamische Relevanz registriert. 2 Patienten (2,0 %) erlitten einen perioperativen Myokardinfarkt.

Bei 88 Patienten (88,0%) konnte die MIDCAB-Prozedur komplett durchgeführt werden. Eine Konversion zur konventionellen Bypassoperation mit Sternotomie und EKZ mußte wegen eines intramural verlaufenden RIVA bei 7 Patienten (7,0 %), wegen eines schlechten Blutfluß der LITA bei 4 Patienten (4,0 %) und wegen einer iatrogenen LITA-Verletzung bei 1 Patienten (1,0 %) durchgeführt werden.

57 Patienten (57,0 %) wurden im Operationssaal extubiert. Die postoperative durchschnittliche Intensivliegezeit betrug 1,1 Tage. Wegen Nachblutungen mußten 6 Patienten (6,0 %) rethorakotomiert werden. Oberflächliche Wundheilungsstörungen

sind bei 6 Patienten (6,0 %) aufgetreten. 5 Patienten (5,0 %) sind innerhalb der ersten 30 Tage verstorben.

6 Wochen postoperativ wurde bei 77 Patienten (91,6 %) eine Kontroll-Koronarangiographie durchgeführt. 59 Patienten (76,6 %) hatten unauffällige Bypass- und Anastomosenverhältnisse. Bei 7 Patienten (9,1 %) wurden geringgradige und bei 8 Patienten (10,3%) höhergradige Stenosen diagnostiziert. Bypassverschlüsse fanden sich bei 3 Patienten (3,9%). Ein Patient mußte mit einer höhergradigen Stenose per MIDCAB reoperiert werden. 88 Patienten (88,0 %) haben klinisch eine anhaltende Besserung um mind. 1 NYHA-Klasse erreicht.

Anhand dieser Ergebnisse konnte gezeigt werden, daß MIDCAB ein gute Alternative zur Revaskularisation für ein selektiertes Patientengut darstellt. Die instrumentellen Voraussetzungen erlauben standardisierte Operationstechniken mit geringen Konversions- und Komplikationsraten. In Anbetracht der erheblichen Begleiterkrankungen und z.T. hohen kardialen Risiken bei einem großen Teil der Patienten erscheint die perioperative Letalität mit 5,0 % akzeptabel. Postoperative Kontroll-Koronarangiographien sind zur Dokumentation der Operationsergebnisse von großer Bedeutung.

## **8. LITERATURVERZEICHNISS**

**1** Acuff, T.E., Landreneau, R.J., Griffith, B.P., Mack, M.J.. Minimally invasive coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1996; 61: 135-7.

**2** Alessandrini, F., Luciani, N., Marchetti, C., Guadino, M., Possati, G.: Early results with the minimally invasive thoracotomy for myocardial revascularization. *Eur J Cardiothorac Surg* 1997; 11(6): 1081-5.

**3** Arnold, J.V., Blauth, c.i., Smith, P.L., Jagoe, J.R., Wooton, R., Taylor, K.M.: Demonstration of cerebral micro emboli occurring during coronary artery bypass graft surgery using fluorescein angiography. *J Audiovis Media Med* 1990; 13: 87-90.

**4** Arom, K.V., Emery, R.W., Nicoloff, D.M. Et al.. Minimally invasive direct coronary artery bypass. *Med J Allina* 1997; 6: 1-6.

**5** Benetti, F.J., Naselli, G., Wood, M., Geffner, L.: Direct myocardial revascularization without extracorporeal circulation. *Chest* 1991; 100: 312-316.

**6** Borges, M.F., Coulson, A.S.: Minimally invasive coronary bypass surgery: postoperative pain management using intermittent bupivacaine infiltration. *Br J Anaesth* 1998 Apr; 80 (4): 519-20

**7** Buda, A.J., MacDonald, I.L., Anderson, M.J., Strauss, H.D., David, T.E., Bermann, N.D.: Longterm results following coronary bypass operation, importance of preoperative factors and complete revascularization. *J.Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1981; 82: 383

**8** Calafiore A.M., Di Giammarco, G., Teodori, G., et al.: Left anterior descending coronary artery grafting via left anterior small thoracotomy without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg*, 1996; 61: 1658-65.

**9** Calafiore, A.M., Teodori, G., Di Giammarco, G., et al.: Minimally invasive coronary artery bypass grafting on beating heart. *Ann Thorac Surg* 1997; 63(6 Suppl): S 72-5.

**10** Calafiore, A.M., Teodori, G., Di Giammarco, G., Vitolla, G., Contini, M.: Minimally invasive coronary artery surgery: the last operation. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 1997; 9(4): 305-11.

- 11** Cukingnan, R.A., Carey, J.S., Witting, J.H., Brown, B.G.: Influence of complete coronary revascularization on relief of angina. *J. Thorac Cardiovasc Surg* 1980; 79: 188.
- 12** Diegeler, A, Falk, V., Matin, M., Battellini, R., Walther, T., Autschbach, R., Mohr, F.W.: Minimally invasive coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass: early experience and follow-up. *Ann Thorac Surg* 1998; 66(3): 1022-5.
- 13** Doty, J.R., Fonger, J.D., Salazar, J.D., Walinsky, P.L., Salomon, N.W.: Early experience with minimally invasive direct coronary artery bypass grafting with the internal thoracic artery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 117(5): 873-80.
- 14** Edmunds, H.J.: Blood-surface interactions during cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1993; 8: 404-10.
- 15** Favalaro, R.G.: Saphenous vein graft in the surgical treatment of coronary artery disease. *J Thorac Cardiovasc Surgery* 1968; 58:178
- 16** Friedenber, W.R., Myers, W.O., Plotka, E.D., Beathart, J.N., Kummer, D.J., Gatlin, P.F., et al.: Platelet dysfunction associated with cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1978; 25: 298-305.
- 17** Gill, I.S., FitzGibbon, G.M., Higginson, L.A., Valji, A., Keon, W.J.: Minimally invasive coronary artery bypass: a series with early qualitative angiographic follow-up. *Ann Thorac Surg* 1997; 64(3): 710-4.
- 18** Gott, J.P., Cohen, C.L., Jones, E.L.: Management of ascending aortic dissections and aneurysms early and late following cardiac surgery. *J Thorac Cardiac Surg* 1990; 5: 2-13.
- 19** Huddy, S.P., Joyce, W.P., Pepper, J.R.: Gastrointestinal complications in 4473 patients who underwent cardiopulmonary bypass surgery. *Br J Surg* 1991; 78: 293-296.
- 20** Kaltenbach, M., Roskamm, H.: *Vom Belastungs-EKG zur Koronarangiographie*. Springer, Berlin-Heidelberg-New York 1980.
- 21** Kirklin, J.W., Barrat-Boyes, B.G.: Hypothermia, circulatory arrest, and cardiopulmonary bypass. In: JW Kirklin, BG Barrat-Boyes (eds): *Cardiac Surgery*. New York, Wiley, 1986: 29-82.
- 22** Kirklin, J.W., Westaby, S., Blackstone, E.H., et al.: Complement and the damaging effects of cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983; 86: 845-57.

- 23** Kolessow, VI: Mammary artery anastomosis as method of treatment for angina pectoris. *J. Thorac Cardiovasc Surg* 1967; 54: 535-544.
- 24** Landreneau, R.J., Mack, M.J., Magovern, J.A., et al.: „Keyhole” coronary artery bypass surgery. *Ann Surg* 1996; 224(4): 453-62.
- 25** Leitmann, I.M., Paul, D.E., Barie, P.S., Isom, O.W., Shires, G.T.: Intraabdominal complications of cardiopulmonary bypass operations. *Surg Gyn Obst* 1987; 165: 251-254.
- 26** Leurs, P.B., Mulder, A.W., Fiers, H.A., Hoomtje, S.J.: Acute renal failure after cardiovascular surgery. Current concepts in pathophysiology, prevention and treatment. *Eur Heart J* 1989; 10: 38-42.
- 27** Mishra, Y., Mehta, Y., Mittal, S., et al.: Mammary coronary artery anastomosis without cardiopulmonary bypass through minithoracotomy: one year clinical experience. *Eur J Cardiothorac Surg* 1998; 14 Suppl 1: S31-7.
- 28** Moat, N.E., Rebeck, N., Shore, D.F., Evans, T.W., Finn, A.H.R.: Humoral and cellular activation in a simulated extracorporeal circuit. *Ann Thorac Surg* 1993; 56: 1509-14.
- 29** Nilson, L.O., Brunnkuist, S., Nilsson, U., Nystrom, S.O., Tyden, P., Venge, P., et al.: Activation of inflammatory systems during cardiopulmonary bypass. *Scan J Thorac Cardiovasc Surgery* 1988; 72; 51-53.
- 30** Oz, M.C., Argenziano, M., Rose, E.A.: What is „minimally invasive” coronary bypass surgery? Experience with a variety of surgical revascularization procedures for single-vessel disease. *Chest* 1997; 112(5): 1409-16.
- 31** Pagni, S., Qaqish, N.K., Senior, D.G., Spence, P.A.: Anastomotic complications in minimally invasive coronary bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1997; 63(6 Suppl): S 64-7.
- 32** Pagni, S., Salloum, E.J., VanHimbergen, D.J., Spence, P.A.: Serious wound infections after minimally invasive coronary bypass procedures. *Ann Thorac Surg* 1998; 66(1): 92-4.
- 33** Reves, J.G.: Adrenergic response to cardiopulmonary bypass. *Mt Sinai J Med* 1985; 57: 511-518
- 34** Reves, J.G., Karp, R.B., Battler, E.E., Tosone, S., Smith, L.R., Samuelson, P.N., et al.: Neuronal and adreno medullary catecholamine release in response to cardiopulmonary bypass in man. *Circulation* 1982; 66: 49-55.

- 35** Robinson, M.C., Gross, D.R., Zeman, W., et al.: Minimally invasive coronary artery bypass grafting. A new method using an anterior mediastinotomy. *J Card Surg* 1995; 10: 529-36.
- 36** Schüler, S., Gulielmos, V., Knaut, M., Cichon, R., et al.: Erfahrungen mit der minimal-invasiven Herzchirurgie. *Kardiovask Med* 1997; 1: 26-35.
- 37** Shennib, H., Lee, A.G.L., Akin, J.: A safe and effective method of stabilization for coronary artery bypass on the beating heart. *Ann Thorac Surg* 1996; 62 (2): 435E41
- 38** Solen, K.A. Whiffen, J.D., Lightfoot, E.N.: The effect of shear, specific surface, and air interface on the development of blood emboli and hemolysis. *J Biomed Mater Res* 1978; 12: 381-399.
- 39** Strauer, B.E., et al.: Angina pectoris und Koronarinsuffizienz. *Klinische Kardiologie*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1993.
- 40** Strauer, B.E., et al.: Angina pectoris und Koronarinsuffizienz. *Enzymdiagnostik. Klinische Kardiologie*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1993.
- 41** Subramanian, V.A., Sani, G., Benetti, F.J., Calafiore, A.M.: Minimally invasive coronary bypass surgery: a multi-centered report of preliminary experience. *Circulation* 1995; 92 (Suppl): I645.R.
- 42** Subramanian, V.A., McCabe, J.C., Geller, C.M.: Minimally invasive direct coronary artery bypass grafting: two-year clinical experience. *Ann Thorac Surg* 1997; 64(6): 1648-55.
- 43** Suen, H.C., Johnson, R.G., et al.: Minimally invasive direct coronary artery bypass: our experience with 32 patients. *Int J Cardiol* 1997; 62 Suppl 1: S 95-100.
- 44** Talwalkar, N.G., Cooley, D.A., Ott, D.A., Livesay, J.J.: Limited access coronary artery bypass grafting. The Texas Heart Institute experience. *Tex Heart Inst J* 1998; 25(3): 175-80.
- 45** Tellides, G., Maragh, M.R., Smith, J.M., et al.: Minimally invasive coronary artery bypass grafting: initial Connecticut experience. *Conn Med* 1997; 61(3): 135-41.

## 9. LEBENSLAUF

### Persönliche Daten

Name	Scheid
Vorname	Michael
Geburtsdatum	25.09.1963
Geburtsort	Essen
Konfession	evangelisch
Familienstand	verheiratet

### Schulbildung

1970 - 1974	Anne-Frank Grundschule, Essen
1974 - 1984	Gymnasium Borbeck, Essen

### Grundwehrdienst

1984 - 1985	Sanitätsbataillon 3, Hamburg
-------------	------------------------------

### Hochschulbildung

1987 - 1993	Studium der Humanmedizin Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
August 1989	Ärztliche Vorprüfung
August 1990	1. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
August 1992	2. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
1992 - 1993	Praktisches Jahr, Evang. Krankenhaus Mülheim/Ruhr Wahlfach: Anästhesie
November 1993	3. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

## **Ärztliche Weiterbildung**

Febr. 1994 - Juli 1994	Arzt im Praktikum Orthopäd. Gem. Praxis Dres. Völker/Rosenthal, Bochum
Aug. 1994 - Juli 1995	Arzt im Praktikum Herzzentrum Kaiser-Wilhelm Krankenhaus, Duisburg, Klinik für Thorax-und Kardiovaskularchirurgie, Chefarzt Prof. Dr. med. A. Krian
Seit August 1995	Assistenzarzt Herzzentrum Kaiser-Wilhelm Krankenhaus, Duisburg, Klinik für Thorax-und Kardiovaskularchirurgie, Chefarzt Prof. Dr. med. A. Krian

## **Klinische Erfahrungen mit der minimal invasiven myokardialen Revaskularisation von Michael Scheid**

Es wird über 100 Patienten (P) berichtet, die von 07/1997-03/1999 einer myokardialen Revaskularisation, durch Anlegen eines einfachen aorto-koronaren Bypass zwischen der linken A. thoracica interna (LITA) und dem R. interventrikularis anterior (RIVA) durch einen minimal invasiven Eingriff (MIDCAB) ohne extrakorporale Zirkulation (EKZ), zugeführt wurden.

Das Alter der 80 männlichen (80,0 %) und 20 weiblichen (20,0 %) P zum Zeitpunkt der Operation lag zwischen 36 und 86 Jahren. 76 P (76,0 %) hatten eine 1-Gefäß, 6 P (6,0 %) eine 2-Gefäß und 3 P (3,0 %) eine 3-Gefäß KHK. 15 P (15,0 %) waren bereits einer myokardialen Revaskularisation unterzogen, von denen 3 P (3,0 %) bereits das 2. Rezidiv nach vorher konventionellen Operationen hatten. Bei 88 P (88,0%) konnte die MIDCAB-Prozedur komplett durchgeführt werden. Eine Konversion zur konventionellen Bypassoperation mit Sternotomie und EKZ mußte wegen eines intramural verlaufenden RIVA bei 7 P (7,0 %), wegen eines schlechten Blutfluß der LITA bei 4 P (4,0 %) und wegen einer iatrogenen LITA-Verletzung bei 1 P (1,0 %) durchgeführt werden. 6 Wochen postoperativ wurde bei 77 P (91,6 %) eine Kontroll-Koronarangiographie durchgeführt. 59 P (76,6 %) hatten unauffällige Bypass- und Anastomosenverhältnisse. Bei 7 P (9,1 %) wurden geringgradige und bei 8 P (10,3%) höhergradige Stenosen diagnostiziert. Bypassverschlüsse fanden sich bei 3 P (3,9%). Ein P mußte mit einer höhergradigen Stenose per MIDCAB reoperiert werden. 88 P (88,0 %) haben klinisch eine anhaltende Besserung um mind. 1 NYHA-Klasse erreicht.

Anhand dieser Ergebnisse konnte gezeigt werden, daß MIDCAB ein gute Alternative zur Revaskularisation für ein selektiertes Patientengut darstellt. Die instrumentellen Voraussetzungen erlauben standardisierte Operationstechniken mit geringen Konversions- und Komplikationsraten. In Anbetracht der erheblichen Begleiterkrankungen und z.T. hohen kardialen Risiken bei einem großen Teil der P erscheint die perioperative Letalität mit 5,0 %

akzeptabel. Postoperative Kontroll-Koronarangiographien sind zur Dokumentation der Operationsergebnisse von großer Bedeutung.





