

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und operative
Intensivmedizin
- Direktor: Univ.-Prof. Dr. H. van Aken -

Einsatz der Peridural-Anästhesie bei Patienten, die sich einem
minimal-invasiven Bypass unterziehen
- Einfluß auf Atmung und Gasaustausch -

INAUGURAL – DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae

der Medizinischen Fakultät

der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von Erik Wilde

aus Münster

2003

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Dekan: Univ.-Prof. Dr. H. Jürgens

1. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. H. van Aken
2. Berichterstatter: Prof. Dr. H.-M. Loick

Tag der mündlichen Prüfung:

24. Juli 2003

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin
- Direktor: Univ.-Prof. Dr. H. van Aken -
Referent: Prof. Dr. H.-M. Loick

ZUSAMMENFASSUNG

Einsatz der Peridural-Anästhesie bei Patienten, die sich einem minimal
invasiven Bypass unterziehen
- Einfluß auf Atmung und Gasaustausch -

Erik Wilde

Die thorakale epidurale Anästhesie (TEA) steht seit einigen Jahren als anerkanntes Verfahren für den Einsatz bei kardialen Risikopatienten zur Verfügung. Nach Einführung einer schonenderen *minimal-invasiven* Technik ohne extrakorporale Zirkulation zur Operation der koronaren Eingefäßkrankheit (engl. MIDCABG) an unserer Klinik im Jahre 1996 wurde die TEA in Kombination mit einer balancierten Allgemeinanästhesie verwendet. Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Einfluß der TEA bei Patienten, die sich einer minimal-invasiven Bypass-Operation unterziehen, untersucht. Besonders berücksichtigt wurden hierbei Atmung und Gasaustausch. Von 36 Patienten, die minimal-invasiv operiert wurden, erhielten 17 eine TEA. Weitere 19 Patienten wurden nach konventionellem Verfahren operiert und dienten dem orientierenden Vergleich. In keinem Fall kam es zu einer Komplikation. Wir konnten zeigen, daß bei besserer Sauerstoffverwertung die mit TEA behandelten Patienten schneller extubiert werden konnten und über geringere postoperative Schmerzen klagten. Die kardioprotektive Wirkung der TEA bestätigte sich auch hier.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	1
1.1	Einführung in das Thema.....	1
1.1.1	Kardiochirurgischer Rückblick.....	1
1.1.2	Die minimal-invasive Revaskularisations-Operation.....	5
1.1.3	Die thorakale peridurale Anästhesie.....	6
1.2	Ziel der Studie.....	11
2	Methodik	12
2.1	Studiendesign.....	12
2.2	Anästhesie für MIDCABG.....	14
2.3	Operative Technik.....	16
2.4	Postoperativer Verlauf.....	17
2.5	Datenerhebung.....	17
2.6	Statistik.....	18
3	Ergebnisse	20
3.1	Hämodynamik.....	21
3.2	Laborwerte.....	25
3.3	Respiration und Analgetika.....	27
3.4	Konventionelle Technik (CABG).....	35
3.5	Unterschiede.....	43
4	Diskussion	47
5	Literaturverzeichnis	63
6	Anhang	75
6.1	Abbildungsverzeichnis.....	75
6.2	Lebenslauf.....	77
6.3	Danksagung.....	78
6.4	Erklärung.....	79

1. Einleitung

1.1 Einführung in das Thema

Seit einigen Jahren erlebt die Technik der minimal-invasiven Revaskularisation in der Herzchirurgie eine Renaissance. Die schnelle Einführung in den chirurgischen Alltag zwingt auch die Anästhesie, die modernen zur Verfügung stehenden Methoden auf Ihre Wirksamkeit und Indikation bei diesem Verfahren neu zu überprüfen, damit die Vorteile des minimal-invasiven Operierens den Patienten in vollem Umfang zur Verfügung gestellt werden können.

Zum besseren Verständnis der Bedeutung der minimal-invasiven Technik und der periduralen Anästhesie folgen im Weiteren einige Erläuterungen als Einführung in die Thematik.

1.1.1 Kardiochirurgischer Rückblick

Zu Beginn der Chirurgie galt eine Operation am Herzen als unmöglich und zwingend mit letaler Prognose. Erst Dwight Harken, der als Arzt der amerikanischen Armee mehr als 100 Soldaten herznahe Fremdkörper entfernte, öffnete den Weg zur Herzchirurgie (Harken DE, 1946)[29].

Die angeborenen Herzfehler, vor allem solche mit schweren Zyanosen, stellten die ersten Indikationen für dieses Verfahren dar. Die Meinung bekannter Pädiater, daß die operative Therapie einer Fallot'schen Tetralogie bei Kindern unter vier Jahren sowie einer Aortenisthmusstenose bei Kindern unter acht Jahren nicht zu empfehlen sei, wurde jedoch zum Hindernis (Blalock A et al., 1945)[5]. Trotzdem wurden bis 1959 circa 120 Operationen dieser Art am Texas Children's Hospital durchgeführt (Collins HA et al., 1959) [10].

Aufgrund der technischen Einschränkungen waren bis Mitte der fünfziger Jahre diese Eingriffe aber auf „palliative“ Möglichkeiten, durchgeführt am geschlossenen Herzen, limitiert. Die ersten Versuche, das dringend benötigte Ausschalten des Blutflusses im Herzen zu erreichen, bestanden im Einsatz der tiefen Hypothermie auf Werte um 26° Celcius, die ein Abklemmen der Vena cava superior und inferior für die Dauer von 8 bis 10 Minuten erlaubte. Dieses Zeitfenster war zu kurz für viele Eingriffe und das Verfahren mit beachtlichen Risiken und Komplikationen, wie der Luftembolie, verbunden.

Nachdem der früheste Bericht einer extrakorporalen Oxygenierung von defibriniertem Blut durch Schütteln mit Gas in einem Ballon 1869 (Ludwig C, Schmidt A, 1869) [45] bekannt wurde, unternahm John Gibbon die ersten Versuche einer extrakorporalen Oxygenierung des Blutes unter Umgehung des Herzens und der Lungen im Jahre 1953. Sie scheiterten. Von vier Patienten mit kongenitalem Herzfehler überlebte nur einer den Eingriff (Gibbon JH, 1954) [20]. An der Außergewöhnlichkeit der Ideen zur Lösung dieses Problems kann man den Eifer ablesen, mit dem die Chirurgen dieser Epoche sich engagierten. So verwendete C. Walton Lillehei eine Methode, die schon fünfzig Jahre vorher als physiologisches Experiment zum Einsatz kam und die er „plazenta-ähnlich“ nannte (Stammers, 1997) [76]:

Ein Elternteil diente dem kranken Kind als Oxygenator durch Transfusion des meist mütterlichen arteriellen Blutes zum Kind und unter Kontrolle des venösen Rückstroms. Dieses Verfahren gab dem Chirurgen circa eine Stunde Zeit für den intrakardialen Eingriff. Laut Lillehei war dies „seines Wissens die einzige Operation mit einer potentiellen „200 %igen“ Mortalität. Beide, sowohl Spender als auch Empfänger, waren gefährdet.“ Trotz dieser gewagten Technik kam es nur zu einem Zwischenfall: Ein Spender erlitt einen Hirninfarkt, vermutlich als Folge einer Luftembolie (Lillehei CW, 1955) [42].

Im Laufe der sechziger Jahre kamen dann verschiedene Modelle von Herz-Lungen-Maschinen (z.B. von Richard DeWall oder John Kirklin) zum Einsatz, deren größtes Problem das benötigte Priming mit Frischblut und eine daraus resultierende Abhängigkeit von den zur Verfügung stehenden Spendern bestand (DeWall RA et al., 1956 und Kirklin JW et al., 1955) [15,36]. Erst die Arbeit von Nazih Zudhi und Mitarbeitern aus dem Jahre 1961 zeigte, daß die Technik des Blutpriming nicht nur unnötig, sondern möglicherweise sogar schädlich war (Zuhdi N. et al., 1961) [90]. Durch den Verzicht auf das Blut-Priming war der Weg frei zum planbaren Einsatz der Herz-Lungen-Maschine.

Es entstand nun das große Feld der Herzklappenchirurgie. Ursprünglich als Therapie rheumatisch bedingter Degenerationen kam der Durchbruch mit dem totalen Klappenersatz, fast zeitgleich entwickelt sowohl durch Dwight Harken (Harken DE et al., 1960) [28] als auch durch Albert Starr (Starr A, 1960) [77]. In den folgenden Jahren wurden alle erdenklichen technischen Umsetzungen künstlicher Herzklappen getestet und mit den Namen ihrer Erfinder versehen. Jedoch zeigte sich hier eine gewisse Modeabhängigkeit. Nachdem Homografts lange Zeit ob der Schwierigkeiten bezüglich des Angebots, der Lagerung und der Haltbarkeit verpönt waren, werden sie heute wieder bevorzugt implantiert (Cooley DA et al., 2000) [11].

1967 wagte der südafrikanische Chirurg Christiaan Barnard den Schritt und transplantierte als erster das Herz eines Menschen. Nach den Problemen der folgenden Jahre durch die noch nicht kontrollierbare Immunantwort des Körpers kam mit der Einführung der Cyclosporine die Wiederbelebung dieses Verfahrens und so stellt die Transplantation heute einen Regeleingriff dar. Im Lauf der Jahre kamen verschiedene technische Umsetzungen zur Unterstützung der Herzfunktion eines terminal insuffizienten Herzens und somit zur Überbrückung einer eventuellen Wartezeit bis zur Transplantation zum Einsatz. Als dauerhafte Therapie

allerdings befinden sich diese Techniken zur Zeit noch in der Erprobungsphase.

Die arterielle Verschlusskrankheit stellte seit den Anfängen der Herzchirurgie eine Herausforderung in der Medizin dar, da Ihnen erneut nur „palliative“ Möglichkeiten zur Verfügung standen. Die ersten Therapiekonzepte bestanden in der Induktion einer granulomatösen Reaktion auf einen externen Reiz (Asbeststaub, Talkum oder Phenol wurden in den Perikardbeutel insuffliert), der zur Ausbildung von intercoronaren Anastomosen führen sollte. Andere Konzepte sahen eine Ligatur der Arteria mammaria interna oder der Koronarvenen, eine Transplantation von Gefäßgewebe in das Epikard oder eine Arterialisierung des Sinus coronarius vor (Cooley DA et al., 2000) [11]. Der entscheidende Schritt war ein ungewollter Zwischenfall: 1958 spritzten Sones und Shirey beim Versuch der Durchführung eines Ventrikulogrammes versehentlich das Kontrastmittel in den Koronarkreislauf, ein Zwischenfall, der nach damaliger Vorstellung tödlich enden würde. Nachdem es zu keiner Komplikation bei dem Patienten, aber der ersten Koronarangiographie gekommen war (Sones FM et al., 1962) [73], bot sich jetzt endlich den Chirurgen die Möglichkeit, die okkludierten Stellen vor der Operation genau zu lokalisieren und dann elektiv unter Einsatz der extrakorporalen Zirkulation und unter kardioplegischem Herzstillstand entweder den Thrombus zu entfernen oder einen venösen Bypass zu legen. Mit Hilfe der Herz-Lungen-Maschine konnten die Operateure unter fast idealen Bedingungen arbeiten. Das Operationsfeld lag ruhig vor ihnen und war blutfrei. Schnell wurde die Bypass-Operation zu einer der am häufigsten durchgeführten Eingriffe der Herzchirurgie weltweit.

Durch die von Andreas Gruentzig et al. eingeführte PTCA (perkutane transluminale coronare Angioplastie) nahm die Zahl der chirurgischen zugunsten der interventionellen Therapien wieder ab (Gruentzig AR et al., 1979) [26]. Diese Entwicklung kehrt sich möglicherweise schon bald wieder um, da mit der Wiedereinführung der Revaskularisationschirurgie

am schlagenden Herzen eine Technik verwendet wird, die die guten Ergebnisse der PTCA mit einem wenig invasiven Verfahren kombiniert (Cooley DA et al., 2000) [11]. Auf zwei Arten ist dieses Verfahren für den Patienten schonender: Zum einen kann auf den Einsatz der extrakorporalen Zirkulation verzichtet werden und somit die Nebenwirkungen der Herz-Lungen-Maschine wie Gefäßdysregulation, Blutgerinnungsstörungen, Elektrolystörungen (Heck M, Fresenius M, 1999) [30] und das seltenere Postperfusionssyndrom (Schumpelick V et al., 1999) [68] vermieden werden. Zum anderen besteht die Möglichkeit veränderte Zugangswege und neuere Materialien zu wählen, um so ein geringeres operatives Trauma zu verursachen und sowohl den Heilungsverlauf zu verkürzen als auch den Patientenkomfort ohne Gefährdung des Ergebnisses zu verbessern. Da dieses Verfahren aber nicht bei allen Patienten möglich ist, geht die Suche nach Alternativen weiter. Eine Lösung könnte die transmyocardiale Laser-Revaskularisation sein, bei der mittels eines Lasers kleinste Kanälchen in das Myokard geschossen werden. So kann dieses aus der Herzhöhle mit Blut und Sauerstoff versorgt werden. Über dieses Verfahren herrscht aber noch Uneinigkeit vor allem bezüglich der Prognose der künstlichen Kanälchen.

1.1.2 Technik der minimal-invasiven operativen Revaskularisation

Nachdem in den letzten fünfzig Jahren die oben gezeigten enormen Fortschritte in den chirurgischen Techniken und Verfahren erreicht worden sind, wird durch den Einsatz der minimal-invasiven Möglichkeiten versucht, das operative Trauma zu reduzieren. Zu Beginn sollte man sich jedoch über den Begriff „minimal-invasiv“ im Rahmen der Herzchirurgie klar werden. Techniken dieser Art sind in anderen chirurgischen Disziplinen schon seit Jahren bekannt und dienen der Verringerung des Hautschnittes und demzufolge einer schnelleren Entlassung des Patienten. Nicht zu unterschätzen ist die psychologische Wirkung auf den Patienten: Ein kleinerer Hautschnitt bedeutet eine geringere kosmetische Beeinträchtigung und das subjektive Gefühl einer „kleineren“ Operation.

Für die Auslegung des Begriffes „minimal-invasiv“ in der Herzchirurgie gibt es zur Zeit zwei Ansätze: Für die einen bedeutet es die klassische Verringerung des Hautschnittes mit Hilfe von video-assistierten oder endovaskulären Instrumenten unter Beibehaltung der extrakorpulären Zirkulation (zum Beispiel „port-access“-Technik). Für die Anderen hingegen ist das vorrangige Ziel die Vermeidung eben dieser extrakorpulären Zirkulation (sogenannte „off-pump“-Technik) zur Verhinderung der systemischen inflammatorischen Reaktion und psychologischer Verwirrungszustände, um nur zwei der Komplikationen der Herz-Lungen-Maschine zu nennen.

Bei Verzicht auf die extrakorpuläre Zirkulation wird unter direkter Sicht die Anastomose, meist der rechten Arteria mammaria interna auf die LAD, in End-zu-Seit-Technik genäht – darum auch der in der Literatur verbreitete Name dieses Verfahrens: MIDCABG – Minimal Invasive Direct Coronary Artery Bypass Graft. In verschiedenen Zentren werden gewisse Modifikationen verwendet: So zum Beispiel die video-assistierte Präparation der Arteria mammaria oder der Einsatz von Adenosin zur Bradykardisierung des Herzens bei der Anastomostennaht. Hinzu kommen die unterschiedlichsten Instrumentarien zur Positionierung und Fixierung des Herzens, die auf dem Markt erhältlich sind. Als Zugangswege stehen den Chirurgen die klassische mediane Sternotomie, als komplette oder partielle, oder die häufig verwendete anterolaterale Minithorakotomie zur Auswahl. Sogar transdiaphragmale Zugänge vor allem für Mehrgefäßeingriffe werden beschrieben.

1.1.3 Die thorakale peridurale Anästhesie

Seit einigen Jahren gewinnt die Technik der thorakalen epiduralen Anästhesie immer mehr an Bedeutung. Wenn auch noch keine Aussagen über veränderte Morbidität und Mortalität (Brodner G et al., 1997) [8] getroffen werden können, so scheint sie doch einige Vorteile beim Einsatz

in der Herzchirurgie zu bieten. Im Folgenden sollen Technik, Vorteile sowie Nachteile und ihre Kontraindikationen und Komplikationen kurz erläutert werden.

Im Jahre 1898 führte Bier die erste Lumbalpunktion mit 0,5%iger Kokainlösung in Kiel durch. Schon 1901 berichten Sicard und Cathlelin unabhängig voneinander über erste Erfahrungen mit der PDA und spätestens seit 1933 sind die Methoden des Widerstandsverlustes und des „hängenden Tropfens“ bekannt. Curbelo führte dann 1949 die erste kontinuierliche PDA durch.

Die Fortentwicklung der lumbalen PDA, die schon seit Jahren zu den eingeführten und regelmäßig angewandten Verfahren der Regionalanästhesie gehört, machte die thorakale Punktion, nachdem sie über viele Jahre als zu riskant galt, zu einem inzwischen anerkannten Verfahren im Kreis der regionalen Anästhesien.

Bei der heute eingesetzten Technik der thorakalen PDA wird eine paramediane Punktion (im Gegensatz zur medianen Punktion bei lumbaler PDA) aufgrund der steiler stehenden Dornfortsätze der Wirbelsäule bevorzugt. Nach lokaler Anästhesie der Einstichstelle wird entweder nach dem *loss-of-resistance* Verfahren, bei dem der nachlassende Widerstand bei kontinuierlichem Druck auf die Punktionspritze das Passieren des Ligamentum flavum anzeigt, oder mit der Technik des *hängenden Tropfens*, bei der der negative Druck im epiduralen Raum den an der Punktionslanüle hängenden Tropfen in die Kanüle hineinsaugt, der peridurale Raum punktiert und ein Katheter eingelegt. Dieser kann durch subkutane Tunnelung ausgeleitet und mit Pflaster fixiert werden. Die Lagekontrolle erfolgt durch Aspirationsversuch und Injektion einer Testdosis mit Zusatz von Adrenalin zum Ausschluß einer intravasalen bzw. intraspinalen Lage (Heck M, Fresenius M, 1999) [30].

Wie bei allen regionalen Anästhesieverfahren gelten auch bei der thorakalen PDA einzuhaltende Kontraindikationen (Heck, 1999) [30]:

A. absolute:

1. Ablehnung durch den Patienten
2. Lokale Infektionen
3. Allergie auf Lokalanästhetika
4. Geburtshilfliche Notfälle

B. relative:

1. generalisierte Infekte, Sepsis (umstritten)
2. Gerinnungsstörungen
3. Neurologische Vorerkrankungen (umstritten)
4. Wirbeldeformitäten
5. Hypovolämie, unkorrigierter Schock
6. Zustand nach Ureterotomie
7. Signifikante Aortenstenose oder Herzfehler mit Rechts-Links-Shunt und pulmonalem Hypertonus

Man unterscheidet die möglichen Komplikationen rückenmarksnahe Regionalanästhesien nach dem Zeitpunkt ihres Auftretens in

A. Frühkomplikationen

1. Sympathikusblockade
2. Totale Spinalanästhesie
3. Toxische Reaktionen von Lokalanästhetika
4. Blutungskomplikationen
5. Allergische Reaktionen
6. Sonstige Komplikationen (abgebrochene Nadel, etc.)
7. PDA-spezifische Komplikationen

- Duraperforation
- Injektionsschmerz
- Dislokation
- Fleckförmige Ausbreitung
- Katheterabriß

B. Postoperative Komplikationen

1. Postspinale Kopfschmerzen
2. Blasenatonie (Harnverhaltung)
3. Neurologische Komplikationen
4. PDA-spezifische Komplikationen
 - Arteria spinalis anterior-Syndrom
 - Cauda equina-Syndrom

Nach den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) (Gogarten et al, 2000) [22] gilt es, eine mindestens vierstündige Pause einer Antikoagulationstherapie mit unfraktioniertem Heparin (low-dose oder high-dose) vor einer periduralen Punktion und mindestens zwei Stunden nach der Punktion einzuhalten. Aus diesem Grund und um die Möglichkeit eines Einsatzes der extrakorporalen Zirkulation zu gewährleisten, wurden in der hier vorgelegten Studie die periduralen Katheter am Vorabend der Operation gelegt.

Die besonderen Effekte einer thorakalen Periduralanästhesie für die Herzchirurgie werden im folgenden dargestellt.

Durch eine Sympathikolyse der das Herz versorgenden Nerven entfällt bei Patienten mit koronarer Herzerkrankung die durch eine Aktivierung der alpha-Rezeptoren vermittelte Vasokonstriktion der arterio-sklerotischen Koronargefäße. Diese Aktivierung im Verbund mit Endothelschädigungen würde den metabolisch induzierten Anstieg des koronaren Blutflusses auf

ca. 30% reduzieren (Brodner et al., 1997) [8]. Außerdem gilt es als erwiesen, daß es durch die thorakale PDA in ischämischen Myokardbezirken zu einem erhöhten Sauerstoffangebot kommt.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Wirkung auf die Lungenfunktion. Diese ist normalerweise in den ersten zwei Wochen postoperativ deutlich reduziert. Es kommt vor allem im Schlaf zu hypoxischen Zuständen mit der Gefahr einer Myokardischämie. Ausschlaggebend ist nicht nur der Schmerz für diese Verschlechterung, sondern zusätzlich auch eine herabgesetzte Zwerchfellfunktion. Da die thorakale PDA beiden Ursachen entgegenwirkt, ist sie besonders bei Patienten mit gesteigertem Risiko pulmonaler Komplikationen indiziert. Voraussetzungen sind hier jedoch eine ausreichende Ausdehnung im Bezug auf die Dermatome (sympathisch und analgetisch), eine suffiziente Analgesie auch bei tiefer In- und Expiration sowie eine mehrtägige postoperative Fortführung der Therapie.

Die Einführung neuer Verfahren in der Medizin ist die Voraussetzung dafür, dem Patienten das jeweils beste Therapiekonzept bieten zu können. Es muß aber bedacht werden, daß bei der Überführung neuer Techniken der bisher erreichte Standard nicht unterschritten wird. Gerade die minimal-invasiven Techniken erfreuen sich bei den Patienten einer besonderen Beliebtheit und Attraktion, suggerieren sie doch schonendes Operieren, bessere kosmetische Ergebnisse und verkleinern für den Patienten subjektiv Ausmaß und Risiko des Eingriffes. All diese Vorteile sind relativ im Vergleich mit traditionellen chirurgischen Techniken, für den Patienten sind sie aber oft genug absolutes Kriterium. Selbst ein schonendes Op-Verfahren stellt trotzdem immer noch einen Eingriff in die Integrität des Körpers dar. Es gilt also, die neuen Verfahren wissenschaftlich zu betrachten und erst dann am Patienten einzusetzen.

Die Welle des „minimal-invasiven“ Operierens hält jetzt auch in der Koronarchirurgie Einzug und fordert somit die Anästhesie auf, die

technischen Möglichkeiten zu schaffen, um den maximalen Vorteil dieses Verfahrens nutzen zu können.

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Ziel der Studie war es festzustellen, welche Effekte die thorakale peridurale Anästhesie, auch TEA (thorakale epidurale Anästhesie) genannt, auf diese Patientengruppe hat. Die Kombinationsnarkose aus Allgemeinanästhesie mit low-dose Sufentanil und thorakaler epiduraler Anästhesie mit Lokalanästhetikum und Opioidzusatz scheint erhebliche Vorteile zu bieten gegenüber der reinen Allgemeinanästhesie. Diese Vorteile, speziell ihr Einfluß auf die Atmung und den Gasaustausch, sollten in dieser Studie analysiert werden. Es wurde untersucht, ob sie imstande sind, bei dem neuen minimal-invasiven Verfahren noch zusätzliche Verbesserungen für die respiratorische Funktion des Patienten zu erbringen und somit pulmonale Komplikationen zu reduzieren, die Dauer des Krankenhausaufenthaltes zu verkürzen und den Patientenkomfort zu verbessern.

Ein erster Schritt zur Beantwortung dieser Frage sollte in dieser Untersuchung durch Analyse der peri- und direkt postoperativen Ergebnisse der Blutgasanalysen und der Lungenfunktion erfolgen. Der Einfluss auf Hämodynamik und Verlauf diverser Laborparameter wurde gleichzeitig untersucht. Zu diesem Zwecke wurde ein prospektives Studiendesign gewählt. Es wurde von den betreuenden Ärzten bei der Auswahl der Patienten eine spezielle Selektion vermieden und so für eine zufällige Zuordnung zu den verschiedenen Gruppen gesorgt. Zusätzlich wurde eine Gruppe von Patienten mit koronarer 2-Gefäßerkrankung untersucht, die nach herkömmlicher Art und Weise und nicht nach dem minimal-invasiven Verfahren operiert wurden. Diese Ergebnisse dienten in erster Linie als Vergleichsdaten und wurden nicht für eine statistische Aufarbeitung herangezogen.

2. Methodik

2.1 Studiendesign

Diese Studie wurde nach den Richtlinien der Deklaration von Helsinki durchgeführt. Alle Studienteilnehmer haben ihr schriftliches Einverständnis gegeben. Die Daten wurden erhoben in den Jahren 1996 und 1997 in der Universitätsklinik der Westfälischen Wilhelmsuniversität Münster. Diese Studie war Teil einer Reihe von Untersuchungen zur thorakalen epiduralen Anästhesie in der Herzchirurgie, die von der Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin unter der Leitung von Herrn Universitätsprofessor Dr. H. Van Aken unternommen wurden. Sie fand in Kooperation mit der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie unter der Leitung von Herrn Universitätsprofessor Dr. H.H. Scheld statt.

Die Einschlusskriterien für diese Studie waren zum einen die Indikation zur chirurgischen Therapie und zum anderen das Fehlen von Ausschlusskriterien. Obwohl Diegeler et al. (1999) [16] die Indikation für einen minimal-invasiven Bypass auf bis zu vier Koronargefäße ausdehnte, wurden zum Zeitpunkt dieser Untersuchung ausschließlich Patienten mit einer koronaren 1-Gefäßerkrankung operiert. Ausschlusskriterien waren demzufolge Kontraindikationen für das operative Verfahren wie diffuse Verkalkungen der Herzkranzgefäße oder angeborene Herzfehler mit schlechter Auswurfleistung. Die genannten Kriterien wurden von 36 Patienten, für die eine Bypass-Operation nach minimal-invasiver Technik geplant war, erfüllt.

	MIDCABG mit PDA	MIDCABG ohne PDA	Kontrolle
Anzahl	17	19	19
Alter (Jahre)	63,8 ± 8,6	62,9 ± 7,0	62,6 ± 9,6
Gewicht (kg)	74,1 ± 12,3	75,7 ± 9,7	77,1 ± 14,9
Größe (cm)	169 ± 7,7	172 ± 9,3	170 ± 9,8
KOF (m ²)	1.84 ± 0.19	1.91 ± 0.17	1.87 ± 0.27
Männlich (%)	73,6	70,5	63,1
Weiblich (%)	26,3	29,4	36,8
<u>Erkrankungen:</u>			
KHK	19	17	19
Hypertension	12	7	10
Fettstoffwechselstörung	8	7	8
Diabetes mellitus	7	1	4
Sonst. Stoffwechselstörungen	1	1	3
<u>Medikamente:</u>			
Beta-Blocker	10	10	12
Antihypertensiva	11	13	15
Nitro	12	10	10
<u>ASA:</u>			
Klasse 1	0	0	0
Klasse 2	5,2	17,6	0
Klasse 3	78,9	76,4	89,4
Klasse 4	15,7	5,8	10,5

Abbildung 1: Übersicht der Biodaten

Zusätzlich wurden 19 Patienten, die nach konservativem Verfahren mit medianer Sternotomie und unter Einsatz der extrakorporalen Zirkulation operiert wurden, mituntersucht. So konnten die Unterschiede der beiden Verfahren, die schon im Mittelpunkt anderer Studien standen und hier nicht Ziel der Arbeit waren, nicht vergleichend, jedoch aber zur

Veranschaulichung aufgezeigt werden. Ihre Zusammensetzung wurde entsprechend den anderen Gruppen ausgewählt. Der entscheidende Unterschied bestand jedoch schon in der Grunderkrankung, denn in dieser Gruppe litten alle Patienten an einer koronaren 2-Gefäßerkrankung.

Störungen des Verdauungstraktes oder der Leberfunktion, Gastritis, Ulcus ventriculi oder duodeni sowie autonome Nervenerkrankungen stellten für alle Probanden Ausschlußkriterien dar.

2.2 Anästhesie für MIDCABG

Alle Patienten erhielten Ihre normalen Medikamente auch am Tag der Operation. Die Prämedikation bestand aus Flunitrazepam (0,2 – 0,3 mg/kg Körpergewicht) per os am Vorabend und zwei Stunden vor der Einleitung der Narkose. Bei Eintreffen im Vorbereitungsraum der Anästhesie wurden nach Anlegen eines Elektrokardiogrammes (EKG) unter Lokalanästhesie eine 16-Gauge Veneverweilkanüle und ein Arteria-radialis-Katheter (20-Gauge) gelegt. Mittels der Vena jugularis wurde ein Swan-Ganz-Katheter (8,0 F) in die Arteria pulmonalis eingeführt. Um bei eventuellen intraoperativen Herzrhythmusstörungen sofort reagieren zu können, wurde zusätzlich ein passagerer Schrittmacher eingeschwenkt und seine korrekte Lage kontrolliert.

Die Narkose wurde mit Sufentanil (1-2 µg/kg) und Propofol (1-2 mg/kg) induziert. Um die endotracheale Intubation zu erleichtern, wurde Pancuronium (0,1 mg/kg) verwendet. Die Beatmung wurde mit einem Tidalvolumen von 10 ml/kg Körpergewicht während des ganzen Verlaufs der Operation mit einem end-expiratorischen Druck (Peep) von null als kontrollierte Beatmung (O₂/Luft-Mischung 50%/50%) durchgeführt. Der arterielle CO₂-Partialdruck (PaCO₂) lag bei 35 mmHg unter Anpassung des Minutenvolumens und der Beatmungsfrequenz. Die Anästhesie wurde durch kontinuierliche Gabe von Sufentanil (1-2 µg•kg⁻¹•h⁻¹) und Propofol (1-3 mg•kg⁻¹•h⁻¹) während der Operation aufrechterhalten.

Bei einer Gruppe der zur MIDCAPG vorgesehenen Patienten wurde ein periduraler Katheter im thorakalen Bereich (Th 5/6) plaziert. Um aber ein Umsteigen auf die konventionelle Operationstechnik und damit eine Vollheparinisierung weiterhin zu ermöglichen, wurde er entsprechend der Vorgaben der DGAI (Gogarten et al, 2000) [22] schon am Vorabend des Eingriffes gelegt. Beschickt wurde er mit einer Wirkdosis von beispielsweise 6 ml Bupivacain 0,5% plus 20 µg Sufentanil vor Einleitung der Allgemeinanästhesie und führte so zu einer Analgesie der Dermatome Th 3 bis 12. Bereits von diesem Moment an konnte eine patientenkontrollierte Analgesie (PCEA, patient controlled epidural analgesia) mittels kontinuierlicher PDA durchgeführt werden. Verwendet wurden auch hier Bupivacain 0,175% mit 1 µg/ml Sufentanil bei einer Infusionsgeschwindigkeit von 5 ml/h. Bei der Verwendung einer PCEA wird mittels einer an den Periduralkatheter angeschlossenen Pumpe eine konstante Menge des Bupivacain/Sufentanil-Gemisches appliziert. Zusätzlich kann der Patient seinem subjektiven Bedarf entsprechend einen Bolus per Knopfdruck anfordern. Jede Anforderung wird gespeichert, aber nur nach einem einprogrammierten Sperrintervall durchgeführt. So können Schmerzspitzen kuptiert werden. Das betreuende Personal kann aufgrund der Daten feststellen, ob die Basisdosis ausreichend ist oder (bei häufiger Anforderung) gegebenenfalls erhöht werden muß. Zur Sicherheit kann das Gerät ausschließlich durch Anästhesiepersonal in seinen Einstellungen modifiziert werden. Ein Abstellen ist jederzeit auch durch das Stationspersonal möglich. Dieses Analgesieverfahren kann auch postoperativ durch den Patienten selbst (in festgelegten Grenzen) gesteuert werden und wurde im Rahmen dieser Studie ca. zwei Tage an seinem Platz belassen.

Im Verlauf der Operation diente die transösophageale Echographie der Kontrolle der Herzfunktion und der Wandmotilität, besonders während des Verschlusses der LAD zur Durchführung der Anastomose.

2.3 Operative Technik

Das minimal-invasive Verfahren wurde fast ausschließlich vom gleichen Operateur durchgeführt. Zeitpunkt des Eingriffes war in der Mehrzahl der Fälle der späte Vormittag. Die operative Technik wurde im ganzen Verlauf der Messreihe nicht verändert und stellte sich wie folgt dar:

Der Patient wurde in Rückenlage gelagert, die Arme beidseits längs des Körpers. Alle Vorbereitungen waren mit denen einer klassischen Bypass-Operation unter Einsatz der extrakorporalen Zirkulation identisch, um ein jederzeitiges Umsteigen auf diese Technik ohne Zeitverlust zu ermöglichen. Das kardiotechnische Personal befand sich in Bereitschaft. Allerdings wurde dieser Schritt bei keinem der in der Studie befindlichen Patienten nötig.

Der operative Zugang erfolgte durch eine links-anteriore kleine Thorakotomie (circa 6 – 8 cm Länge) im vierten oder fünften Interkostalraum (LAST = left anterior small thoracotomy). Nach Eröffnung der Pleura parietalis konnten die Rippen gespreizt und so für gute Sicht gesorgt werden. Es folgte eine vertikale Perikardiotomie und die Kontrolle der koronarangiographischen präoperativen Befunde. Wenn zu diesem Zeitpunkt Kontraindikationen für das gewählte Verfahren zu erkennen gewesen wären, hätte der Thorax wieder verschlossen und die mediane Sternotomie als operativer Zugang gewählt werden können. Anschließend wurde die linke Arteria mammaria interna (LIMA) auf einer Länge von ungefähr 4 – 6 cm von der Thoraxwand abpräpariert und nach distal abgesetzt. Um nun die Anastomose auf den Ramus interventricularis anterior (engl. LAD – left anterior descending coronary artery) nähen zu können, wurde diese passager okkludiert. Eine weitere Möglichkeit wäre ein intravasaler T-Occluder. Beide Verfahren sorgten für ein blutleeres Operationsfeld während der Anastomose, die in üblicher Art und Weise als End-zu-Seit Anastomose des distalen LIMA-Endes auf die LAD durchgeführt wurde. Es folgten Freigabe der Perfusion und Blutstillung.

Nach Einlegen einer Drainage in die linke Pleurahöhle erfolgte der schichtweise Wundverschluß in gewohnter Technik.

2.4 Postoperativer Verlauf

Die Patienten wurden zur postoperativen Überwachung auf die perioperative Anästhesiestation verlegt. Sie befand sich im OP-Bereich und bot für die Patienten den Versorgungsstandard einer Intensivstation für den begrenzten Zeitraum bis zur Verlegung auf die notwendigen Folgestationen (Intensiv-, Observations- oder Normalstation). Aufgrund des neuen operativen Verfahrens und unter Einsatz innovativer Anästhesieverfahren war es notwendig, dem Patienten den höchstmöglichen postoperativen Sicherheitsstandard zu bieten. Häufig war eine Extubation schon im Operationssaal möglich, so daß die Verlegung auf eine periphere Observationsstation meist im Laufe der folgenden Nacht erfolgen konnte. In der Gruppe ohne TEA kam zur postoperativen Analgesie die intravenöse Gabe von Piritramid (Dipidolor®) zum Einsatz. Bei den Patienten mit patienten-kontrollierter periduraler Analgesie (PCEA) wurde es lediglich als Bedarfsmedikation angewandt.

2.5 Datenerhebung

Es wurden als Ausgangswerte die Messungen im Vorbereitungsraum der Anästhesie direkt nach Einleitung der Narkose verwendet und als „Baseline“ bezeichnet. Anschließend wurde der PDA-Katheter mit der Wirkdosis beschickt. Die nächsten Werte wurden 30 Minuten nach der Einleitung erhoben und mit „Baseline + 30 Min.“ bezeichnet. Zum Zeitpunkt des Thoraxverschlusses wurden erneut Messungen durchgeführt und mit „Thoraxverschluß“ markiert. Im postoperativen Verlauf wurden jeweils 0 - 6 Stunden, 6 - 12 Stunden, 12 - 24 Stunden und 24 - 48 Stunden zusammengefaßt. Zur Ermittlung der hämodynamischen Werte wurde der Anästhesie-Computer (Modell Hellige) verwendet. Die Laborergebnisse (Laktat, CK, CK-MB, GOT, GPT, Quick, PTT, TZ) stammen aus dem

Zentrallabor der Klinik, die Blut-Gas-Analysen wurden im Labor der perioperativen Anästhesiestation in direkter Nähe zum Op-Saal durchgeführt.

Am ersten und zweiten postoperativen Tag wurde die Lungenfunktion gemessen und mit den regelmäßig bei allen Patienten präoperativ erhobenen Werten verglichen. Zum Zeitpunkt der postoperativen Messungen wurden die Patienten anhand der visuellen analogen Schmerzskala (VAS) nach Ihrem Schmerzempfinden zum Zeitpunkt des Tiffeneau-Tests als Moment starker Thoraxbelastung befragt. Diese Messungen wurden mit einem handelsüblichen tragbaren elektronischen Spirometer der Firma Jäger (Modell FlowScreen) durchgeführt. Alle Lungenfunktionsuntersuchungen, sowohl prä-operativ als auch postoperativ, wurden mit demselben Gerät unternommen.

2.6 Statistik

Die Daten werden dargestellt als Mittelwerte \pm Standardabweichung oder als absolute Werte. Beziehungen der biometrischen Daten zwischen der Kontrollgruppe und der Therapiegruppe wurden mittels Student's *t*-Test ausgewertet. Häufigkeit und Dosierung bei der Katecholamintherapie und dem Einsatz von Vasodilatoren wurden unter Verwendung der χ^2 -Statistik bzw. dem *U*-Test analysiert. Die verbleibenden Variablen wurden als zwei-faktorielles Experiment behandelt und entsprechend untersucht. Die Faktoren wurden definiert als Therapie (MIDCABG mit TEA, MIDCABG ohne TEA, Kontrolle) und Zeit. Mit Hilfe der Varianzanalyse (ANOVA) konnte die Wirkung der Therapie innerhalb und zwischen den Gruppen ermittelt werden. Wurden mittels ANOVA signifikante Werte gefunden, verwendeten wir den Dunnett's Test zum Vergleich der einzelnen Messungen mit Ihrem Ausgangswert und den Fisher's least significance test zur Bestimmung der Signifikanzen ($p \leq 0,05$) zwischen den Gruppen zu verschiedenen Zeitpunkten. Aufgrund der ungenügenden Varianz der Ausgangswerte bei den Katecholaminen wurden diese Werte mit einem

nichtparametrischen Test ausgewertet. Hier kamen der Wilcoxon Test zur Untersuchung von Unterschieden innerhalb einer Gruppe und dem Mann Whitney *U*-Test für Unterschiede zwischen den Gruppen.

3. Ergebnisse

Es wurden zwei Gruppen von Patienten untersucht. Sie unterzogen sich beide einem Bypass nach minimal-invasivem Verfahren und waren hinsichtlich ihrer Zusammensetzung vergleichbar. Es wurde bei der Auswahl auch auf eine Übereinstimmung bezüglich der Vorerkrankungen und der Medikamenteneinnahme geachtet. Bei allen Patienten dieser Gruppen war eine koronare 1-Gefäßerkrankung diagnostiziert und die Indikation zur operativen Therapie gestellt. Sie alle erhielten einen Bypass durch die linke Arteria mammaria interna auf den Ramus interventricularis anterior. Die Gruppe der Patienten, die mit medianer Sternotomie und unter Einsatz der extrakorporalen Zirkulation operiert worden waren, wurde identisch untersucht.

Bei allen Patienten mit thorakaler epiduraler Anästhesie verlief die Anlage des Katheters am Vorabend der Operation problemlos und es kam auch im postoperativen Verlauf in keinem Fall zu einer Komplikation. Ein Ausbleiben der analgetischen Wirkung wurde nicht beobachtet. Im Besonderen sei erwähnt, daß es bei intensiver Kontrolle der Patienten zu keiner gravierenden Komplikation mit neurologischen Defiziten kam.

Im Verlauf der operativen Therapie mußte bei keinem Patienten, der an dieser Studie teilnahm, das zu Beginn geplante Verfahren verlassen und auf die klassische Bypasstechnik unter Einsatz der Herz-Lungen-Maschine umgestiegen werden. Es kam weder intra- noch postoperativ zu schweren Komplikationen. Ein Follow-up nach dem Ende der stationären Behandlung fand nicht statt, da bei dieser Studie der direkte perioperative Verlauf im Mittelpunkt des Interesses stand.

3.1 Hämodynamik

Eine Herzfrequenzsteigerung, die die Diastole verkürzen und damit auch die Koronarperfusion verschlechtern würde, konnte bei beiden Gruppen nicht nachgewiesen werden. Die Werte lagen mit $53,6 \pm 7,1$ bis $61,7 \pm 11,0$ Schlägen pro Minute durchweg im Normbereich.

Ein geringer Frequenzabfall ca. 30 Minuten nach Induktion der Narkose wird vermutlich durch äußere Faktoren wie den Wechsel vom Vorbereitungsraum in den Op-Saal mit folgender Vertiefung der Narkose zur Inzision verbunden sein (Abbildung 2).

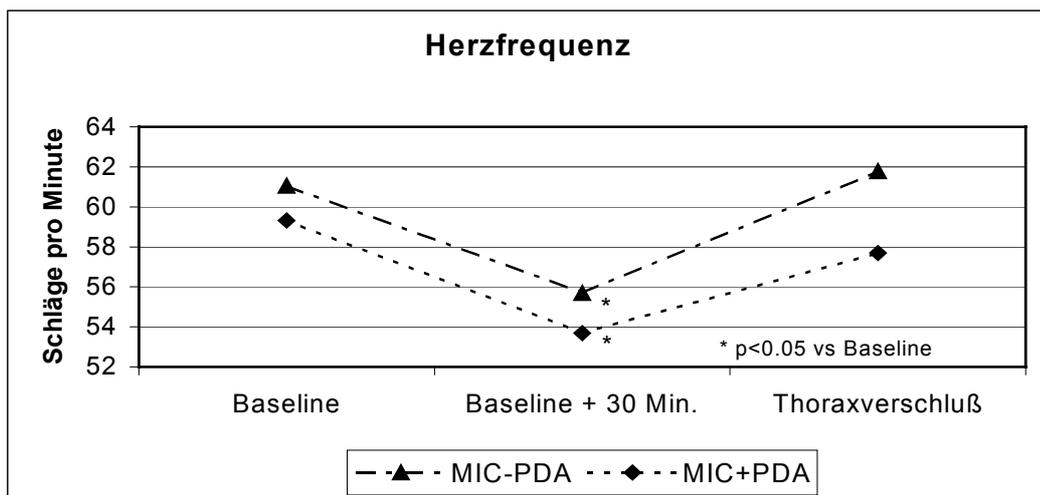


Abbildung 2: Herzfrequenzverlauf MIDCABG

Bei der Untersuchung des mittleren arteriellen Druckes (Abbildung 3) fanden sich bei den Patienten mit thorakaler PDA tendenziell etwas niedrigere Werte ($85,3 \text{ mmHg} \pm 20,2 \text{ mmHg}$ zu $77,2 \text{ mmHg} \pm 16,5 \text{ mmHg}$ als Ausgangswert, $90,2 \text{ mmHg} \pm 14,8 \text{ mmHg}$ zu $82,6 \text{ mmHg} \pm 15,4 \text{ mmHg}$ eine halbe Stunde später); ein Unterschied, der sich zum Op-Ende hin nivellierte. Das mittlere arterielle Druckniveau lag bei den Patienten ohne PDA demzufolge etwas über der Norm.

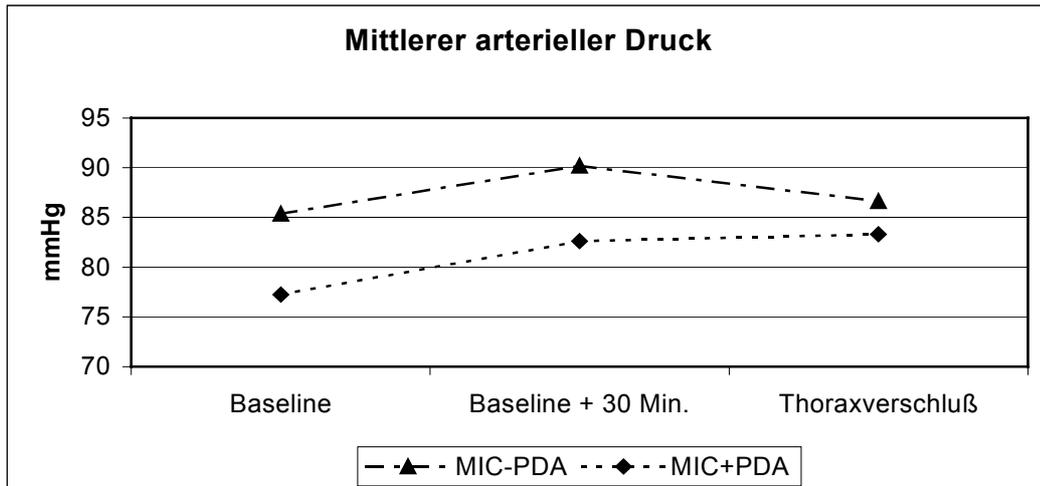


Abbildung 3: Mittlerer arterieller Druckverlauf MIDCABG

Ein ähnliches Bild bot sich bei Betrachtung des Schlagvolumens und demzufolge auch beim Herz-Index (Abbildung 4). Dieser setzt das Produkt aus Herzfrequenz und Schlagvolumen (d.h. das Herz-Zeit-Volumen) in Relation zur Körperoberfläche. Bei fast identischer mittlerer Körperoberfläche (KOF, siehe Abbildung 1) ließ sich durch den Herz-Index also der Funktionszustand des Herzens vergleichen:

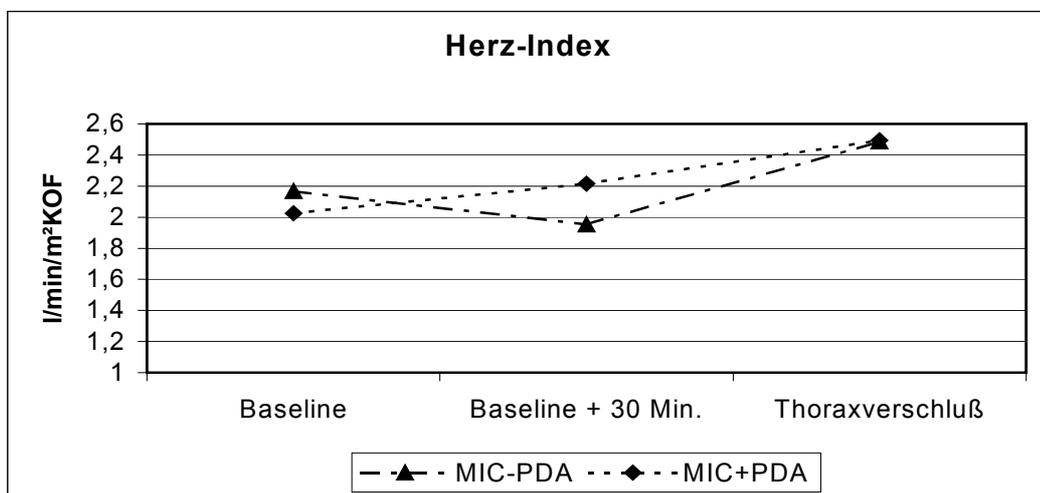


Abbildung 4: Herz-Index bei MIDCABG

Es bestand auch hier kein Unterschied.

Der pulmonal-arterielle Druck hingegen ließ einen geringfügig höheren Wert bei den Patienten mit thorakaler PDA erkennen ($26,0 \text{ mmHg} \pm 7,7 \text{ mmHg}$ zu $21,6 \text{ mmHg} \pm 5,4 \text{ mmHg}$ bei Op-Ende), jedoch ohne Signifikanz.

Zusätzlich zeigte sich, daß bei dieser Gruppe eine signifikante Erhöhung des zentral-venösen Druckes zum Zeitpunkt des Thoraxverschlusses vorlag.

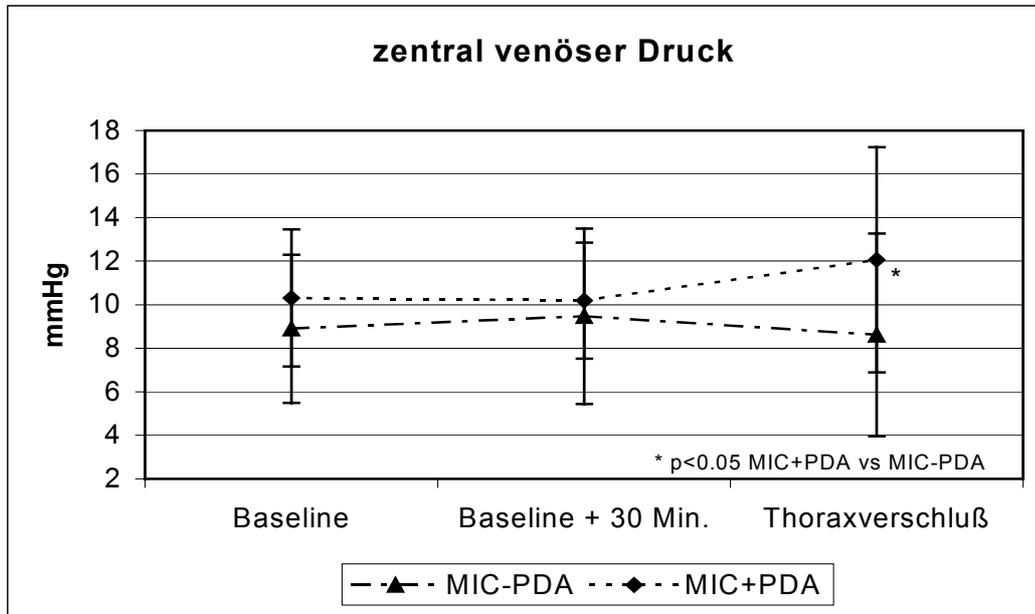


Abbildung 5: Zentral venöser Druck bei MIDCABG

Es wurde deutlich, daß die Patienten ohne thorakale PDA unter der Narkose mit einem relevanten Anstieg des systemvaskulären Widerstandsindex (SVRI) reagieren (Abbildung 6 und 7):

	Baseline	Baseline + 30 Min	Thoraxverschluß
MIC mit PDA (dyn•s•cm ⁻⁵ •m ⁻²)	2720 ± 723	2783 ± 847*	2440 ± 794
MIC ohne PDA (dyn•s•cm ⁻⁵ •m ⁻²)	2975 ± 1041	3407 ± 704	2750 ± 911

* p<0.05 MIC+PDA vs MIC-PDA

Abbildung 6: Systemvaskulärer Widerstandsindex

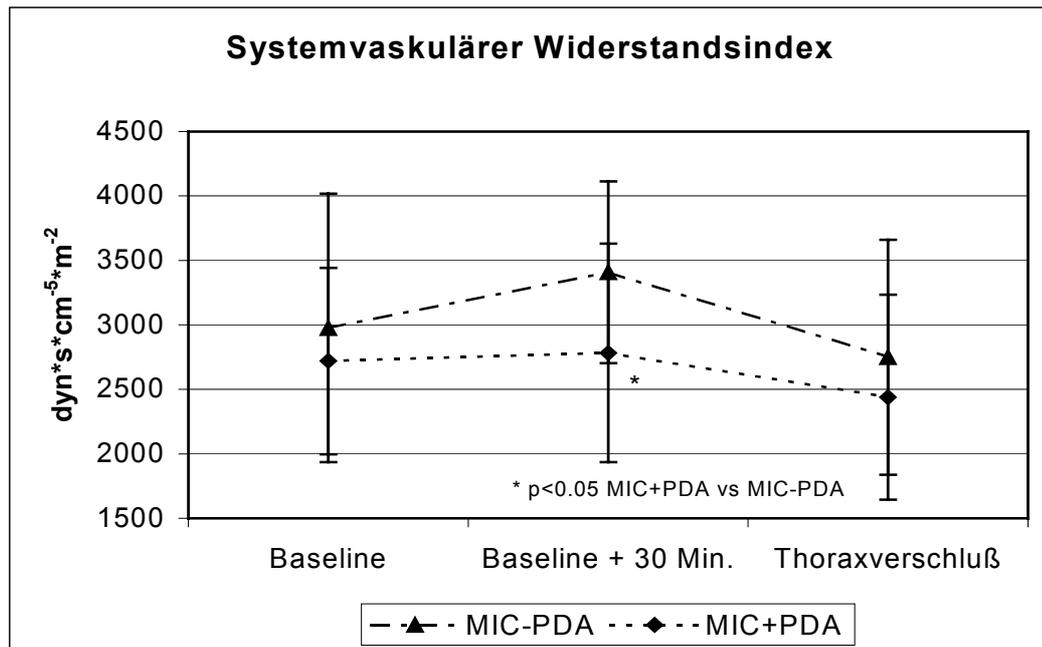


Abbildung 7: Systemvaskulärer Widerstandsindex

Die stabilen und nahezu identischen Werte die Hämodynamik betreffend bekommen eine besondere Bedeutung bei Berücksichtigung des Katecholamineinsatzes unter der Operation (Abbildung 8). Es wurden die Dosierungen in Gamma ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) berechnet und sowohl zum Zeitpunkt des Thoraxverschlusses (= Ende der Operation) als auch im postoperativen Verlauf der folgenden 48 Stunden notiert. Intraoperativ ergab sich folgendes Bild: Während bei der Gruppe ohne TEA regelmäßig Suprarenin® mit einer Dosierung von $0,02 \pm 0,001 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ zum Einsatz kamen, wurden bei den Patienten mit TEA lediglich $0,002 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ appliziert. Postoperativ kehrte sich dieses Bild um:

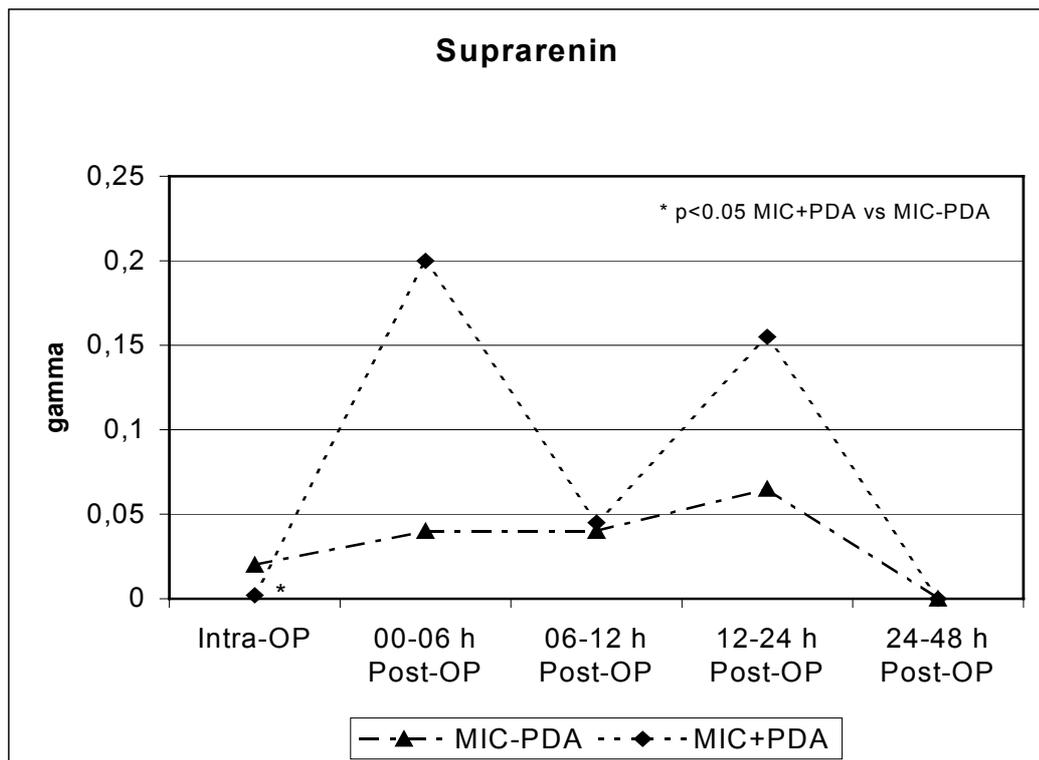


Abbildung 8: Suprarenin (MIDCABG)

3.2 Laborparameter

Bei der Analyse der während und nach der Operation gewonnenen Laborwerte (Abbildung 9) ließen sich keine relevanten Unterschiede aufzeigen. Trotzdem kann man Tendenzen erkennen und es bleibt die Frage offen, ob nicht bei einer größeren Zahl an Probanden diese Unterschiede stärker zum Tragen gekommen wären.

So bildete sich bei der Kreatinkinase und deren Subtyp CK-MB nach gleichen Ausgangswerten an den beiden beobachteten postoperativen Tagen eine Differenz. Bei den Patienten mit TEA stieg dieser Wert geringer an.

	Gruppe	Baseline	Thoraxverschl	Tag 1 post-OP	Tag 2 post-OP
Laktat	Ohne TEA	0,70 ± 0,34	0,75 ± 0,38	1,27 ± 0,90	0,93 ± 0,30
	Mit TEA	0,63 ± 0,13	0,75 ± 0,57	2,04 ± 2,45	0,96 ± 0,74
CK	Ohne TEA	27,9 ± 25,7	59,6 ± 37,7	243 ± 298	229 ± 217
	Mit TEA	26,1 ± 21,7	53,0 ± 24,3	195 ± 215	136 ± 103
CK-MB	Ohne TEA	3,60 ± 2,95	4,30 ± 2,11	19,4 ± 46,2	15,3 ± 22,6
	Mit TEA	3,42 ± 2,34	7,41 ± 14,7	12,8 ± 22,0	9,00 ± 8,44
LDH	Ohne TEA	161 ± 35,7	138 ± 59,6	191 ± 91,3	247 ± 211
	Mit TEA	147 ± 23,4	129 ± 53,4	219 ± 135	264 ± 145
GOT	Ohne TEA	9,82 ± 3,71	17,6 ± 35,2	16,0 ± 22,0	18,5 ± 31,7
	Mit TEA	8,11 ± 4,14	7,47 ± 4,17	17,1 ± 26,3	16,3 ± 18,4
GPT	Ohne TEA	13,8 ± 8,62	20,0 ± 34,3	10,6 ± 4,43	10,3 ± 5,25
	Mit TEA	12,1 ± 12,0	9,70 ± 9,18	12,4 ± 14,6	12,0 ± 11,6
QUICK	Ohne TEA	97,0 ± 11,9	47,3 ± 16,7	73,7 ± 10,9	81,5 ± 16,4
	Mit TEA	97,1 ± 12,5	49,7 ± 25,8	71,9 ± 15,7	77,1 ± 19,8
PTT	Ohne TEA	32,2 ± 6,412	165 ± 35,0	51,5 ± 34,8	59,7 ± 33,3
	Mit TEA	36,7 ± 35,826	157 ± 50,8	46,3 ± 20,2	46,4 ± 15,1

CK=Kreatininkinase, CK-MB=Kreatininkinase-Isoenzym MB, LDH=Laktatdehydrogenase

GOT=Glutamat-Oxalazetat-Transaminase, GPT=Glutamat-Pyruvat-Transaminase

Abbildung 9: Laborwerte

Die in dieser Studie untersuchten Leberenzyme, die Glutamat-Oxalazetat-Transaminase (GOT), welche auch als Aspartat-aminotransferase (AST) bezeichnet wird, sowie die Glutamat-Pyruvat-Transaminase (GPT), die der Alaninaminotransferase (ALT) entspricht, weisen ebenso wie die oben dargestellten Herzenzyme nur geringe Unterschiede auf. Nach gleichen Ausgangswerten stiegen GOT und GPT bei den Patienten ohne TEA stärker zum Ende des Eingriffes, glichen sich aber im Laufe der folgenden

Tage wieder an. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen fanden sich auch hier nicht.

3.3 Respiration und Analgetika

Zur Beurteilung der Atmung der Patienten wurden im Rahmen unserer Studie neben den prä- und postoperativen Lungenfunktionsuntersuchungen auch regelmäßig prä-, intra- und postoperativ die arteriellen Blutgase bestimmt. Der Analgetikaverbrauch wurde erhoben und im Falle von Morphin in äquivalente Mengen Dipidolor® umgerechnet.

Um einen Einfluß der Sauerstofftransportkapazität auf die Ergebnisse der Blutgasanalysen ausschließen zu können, werden hier als erstes Hämoglobin (Abbildung 10) und Hämatokrit (Abbildung 11) dargestellt. Es konnten keine relevanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen (MIDCABG mit bzw. ohne PDA) nachgewiesen werden. Der Ausgangswert des Hämoglobin lag bei 12,0 g/dl für die Gruppe ohne PDA und bei 12,5 g/dl für die Gruppe mit PDA. Der Verlauf gestaltete sich identisch. Gleiches gilt auch für den Hämatokrit-Wert, der für beide Gruppen im gesamten beobachteten Zeitraum immer zwischen 32,3% und 37,7% lag.

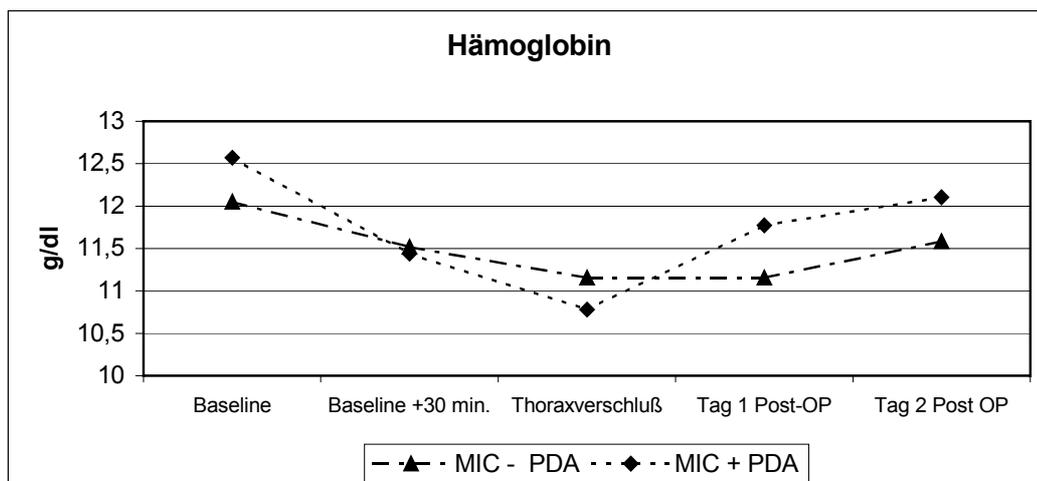


Abbildung 10: Hämoglobin MIDCABG

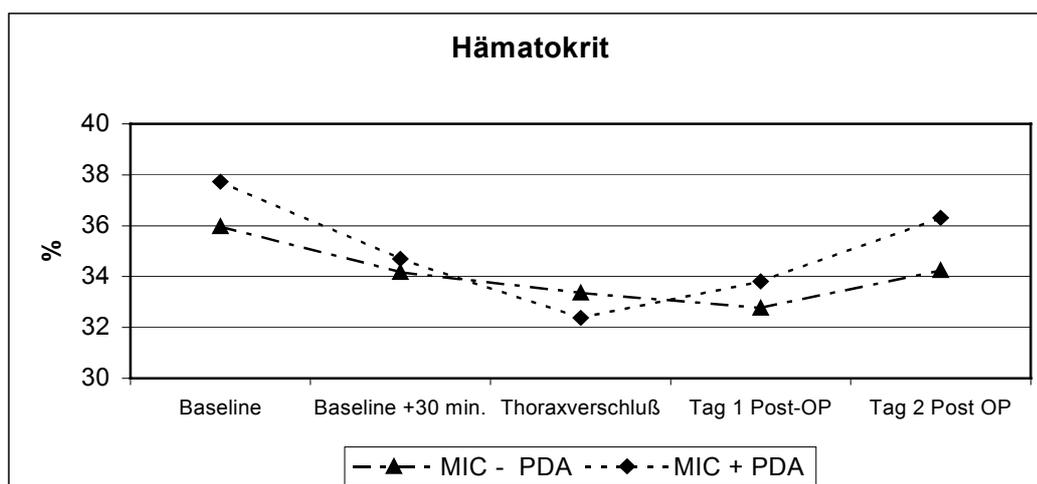


Abbildung 11: Hämatokrit MIDCABG

Demzufolge hatten beide Gruppen die gleichen Voraussetzungen bezüglich ihrer Sauerstoff-Transportkapazität.

Alle Messungen des arteriellen Sauerstoffgehaltes wurden intraoperativ unter 100% Sauerstoff ($FiO_2=1,0$) durchgeführt. Bei den postoperativen Untersuchungen wurde, soweit vertretbar, die Sauerstoffvorlage rechtzeitig entfernt, um die Messungen bei Raumluft ($FiO_2=0,21$) vorzunehmen. In Einzelfällen war dies nicht möglich. Im Gesamtverlauf zeigten sich aber bei beiden Gruppen beinahe identische Werte (Abbildung 12).

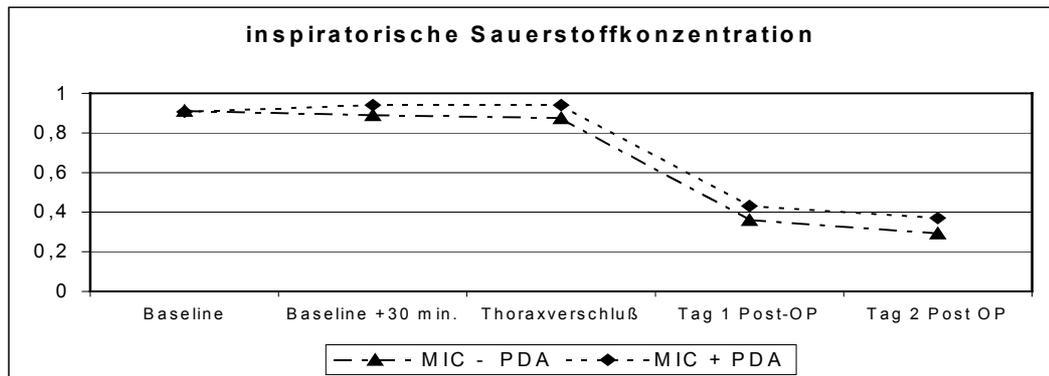


Abbildung 12: Inspiratorische Sauerstoffkonzentration MIDCABG

Somit konnte der arterielle Sauerstoffpartialdruck als Parameter für die Qualität der Respiration herangezogen werden. Es war zu erwarten gewesen, daß für die Dauer der kontrollierten Beatmung intraoperativ keine Unterschiede zu verzeichnen waren, umso mehr interessierten die postoperativen Ergebnisse. Die Blutgasanalysen wurden im Rahmen der regelmäßigen postoperativen Kontrollen von den medizinisch-technischen Assistenten der Abteilung durchgeführt und waren somit von gleichbleibender Qualität. Die Ergebnisse zeigen eine signifikante Verbesserung des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes mit Schwerpunkt am zweiten postoperativen Tag (Abbildung 13). Die Patienten mit thorakaler PDA zeigten auch eine leichterhöhte Sauerstoffsättigung zu diesem Zeitpunkt (Abbildung 14).

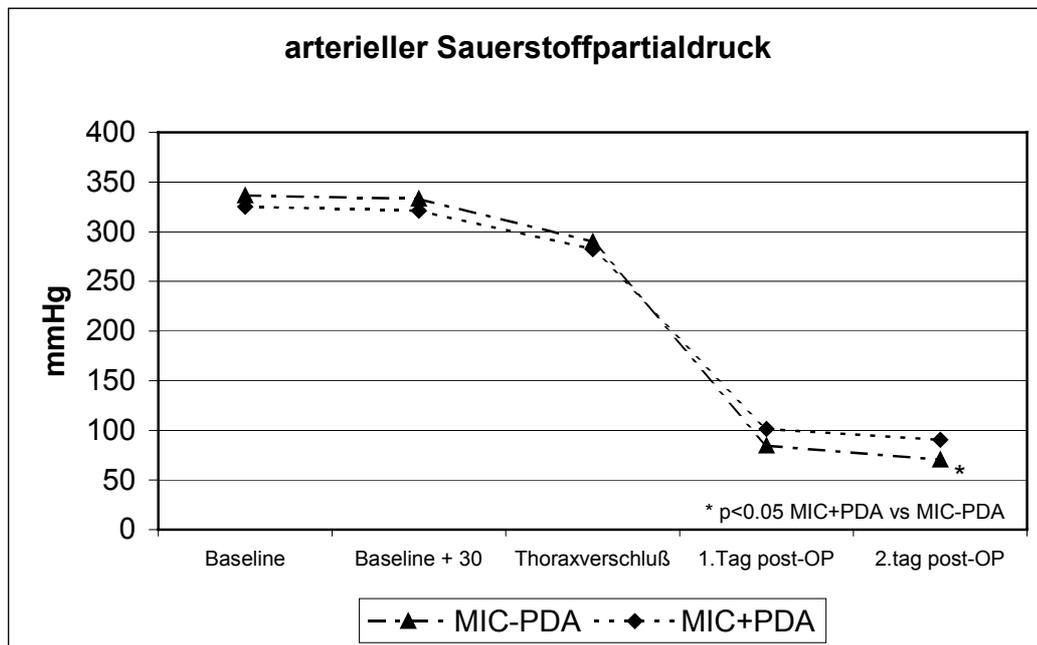


Abbildung 13: Arterieller Sauerstoffpartialdruck

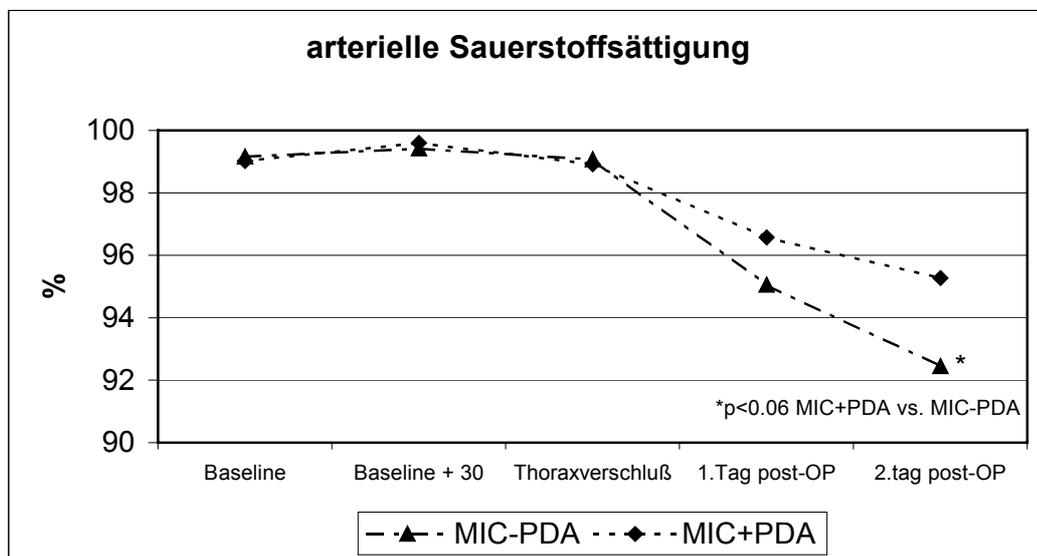


Abbildung 14: Arterielle Sauerstoffsättigung

Aufgrund des Einsatzes der thorakalen PDA als Analgesie war in dieser Gruppe der Bedarf an Opioiden (Sufenta[®]) intraoperativ gesenkt ($108 \mu\text{g} \pm 108 \mu\text{g}$ bei der Gruppe ohne PDA im Gegensatz zu $45,5 \mu\text{g} \pm 20,9 \mu\text{g}$ mit Einsatz der PDA) (Abbildung 15). Der Verbrauch an Disoprivan[®] wurde so

nicht gesteigert (915 mg \pm 453 mg bei MIDCABG ohne PDA und 997 mg \pm 345 mg bei MIDCABG mit PDA) (Abbildung 16).

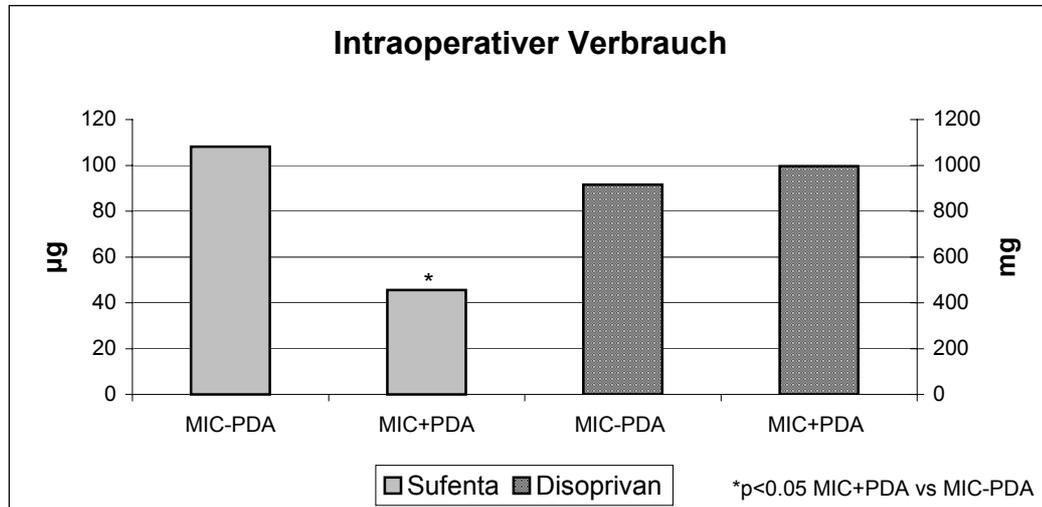


Abbildung 15/16: Intraoperativer Verbrauch von Sufenta (15) und Disoprivan (16)

Die Patienten, die eine thorakale PDA erhalten hatten, konnten oft noch im Operationssaal extubiert werden, was sich in den Werten für die Verweildauer (Abbildung 17) auf der perioperativen Anästhesiestation (PAS) und die Nachbeatmungszeit (Abbildung 18) widerspiegelte.

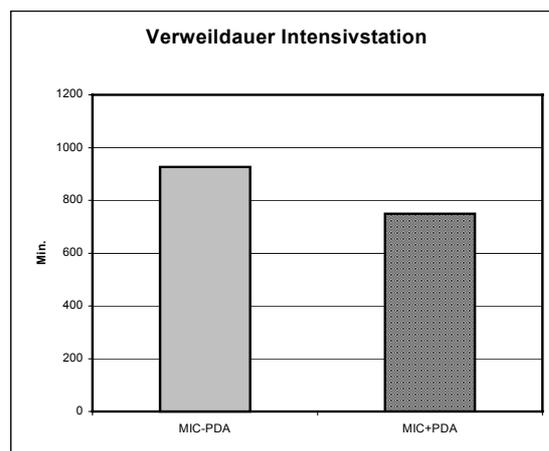


Abbildung 17: Dauer des Aufenthaltes auf der PAS

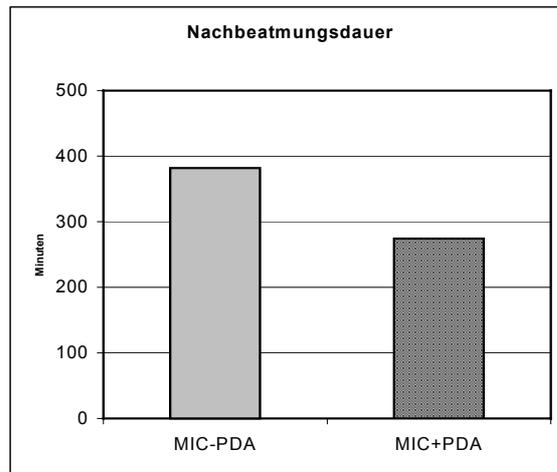


Abbildung 18: Dauer der Nachbeatmung

Unabhängig vom Einsatz der thorakalen PDA betrug die Op-Zeit bei der minimal-invasiven Technik 140 Min. \pm 31 Min. ohne PDA und 137 Min. \pm 38 Min. mit PDA (Abbildung 19). Durch die frühere Extubation verkürzte sich die Dauer der Anästhesie für die Patienten, bei denen die PDA verwendet wurde.

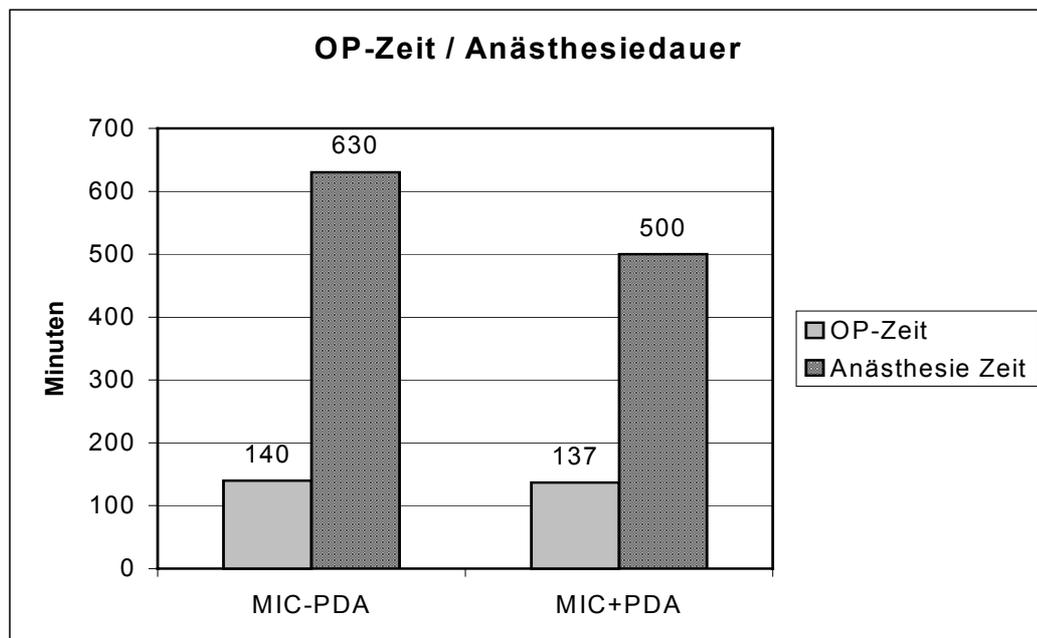


Abbildung 19: OP-Zeit /Anästhesiedauer MIDCABG

Bei der Auswertung der verwendeten Mengen an Dipidolor[®] (Piritramid) zeigte sich ein relevanter Unterschied in den ersten sechs Stunden nach der Operation. Die Gruppe der mit thorakaler PDA behandelten Patienten benötigte deutlich weniger Piritramid (Abbildung 20 und 21). Im weiteren Verlauf glich sich der Bedarf wieder an. Erst am zweiten postoperativen Tag verringerte sich die zur Analgesie notwendige Menge an Piritramid bei den Patienten mit PDA wieder. Dieser Wert war aber nur von geringerer Bedeutung, da zu diesem Zeitpunkt nur noch zwei der Patienten mit PDA überhaupt Piritramid bekamen.

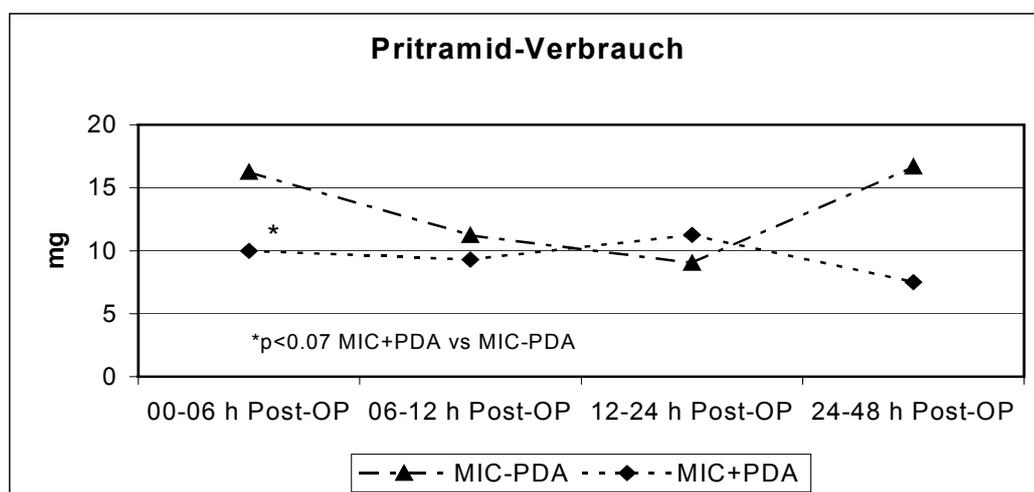


Abbildung 20: Piritramidverbrauch (MIDCABG)

	0-6 Std.	6-12 Std	12-24 Std	24-48 Std
MIDCABG ohne TEA	16,2 mg ± 9,36 mg *	11,2 mg ± 5,38 mg	9,02 mg ± 4,38 mg	16,6 mg ± 17,9 mg
MIDCABG mit TEA	10,0 mg ± 5,89 mg	9,29 mg ± 6,40 mg	11,2 mg ± 10,1 mg	7,5 mg ± 0,0 mg

*p<0.07 MIC+PDA vs MIC-PDA Abbildung 21: Piritramidverbrauch (MIDCABG)

Besonders unter Spontanatmung galt es, Schmerzen beim Atmen zu verhindern, um so eine möglichst gute Belüftung aller Lungenareale zu gewährleisten. Atemgymnastik kann nur bei guter Analgesierung durchgeführt werden. Es wurde zum Zeitpunkt der Lungenfunktionsprüfung die visuelle analoge Schmerzskala abgefragt. Die

Ergebnisse unterstützen die Vermutung, daß eine thorakale PDA eine gute Basisanalgesierung schafft (Abbildung 22).

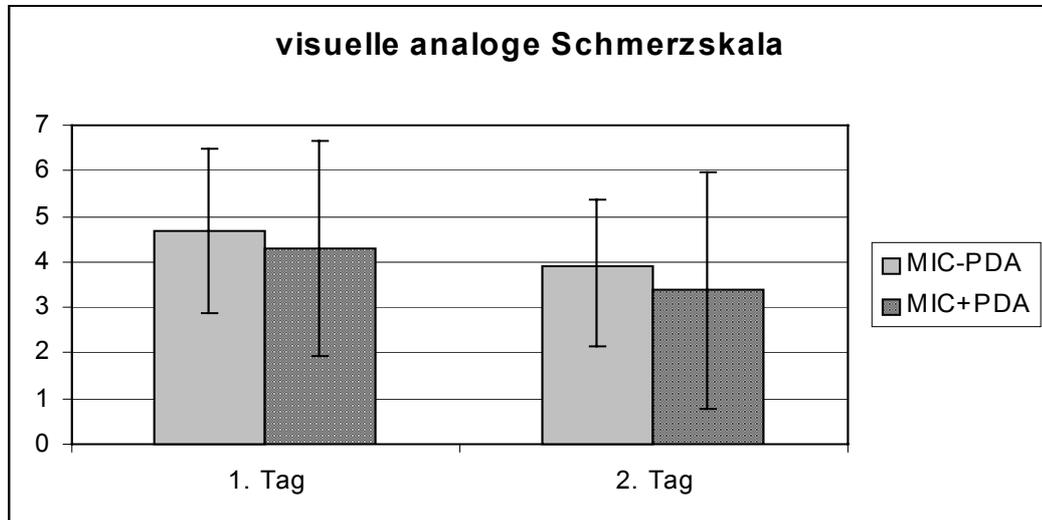


Abbildung 22: Visuelle analoge Schmerzskala (MIDCABG)

Die Ergebnisse der Lungenfunktionsuntersuchungen (Abbildungen 23 und 24) ergaben keine Unterschiede zwischen den beiden nach minimal-invasiver Technik operierten Patientengruppen. Die Werte der Einsekundenkapazität ließen geringfügig schlechtere Resultate bei den Patienten mit PDA erkennen.

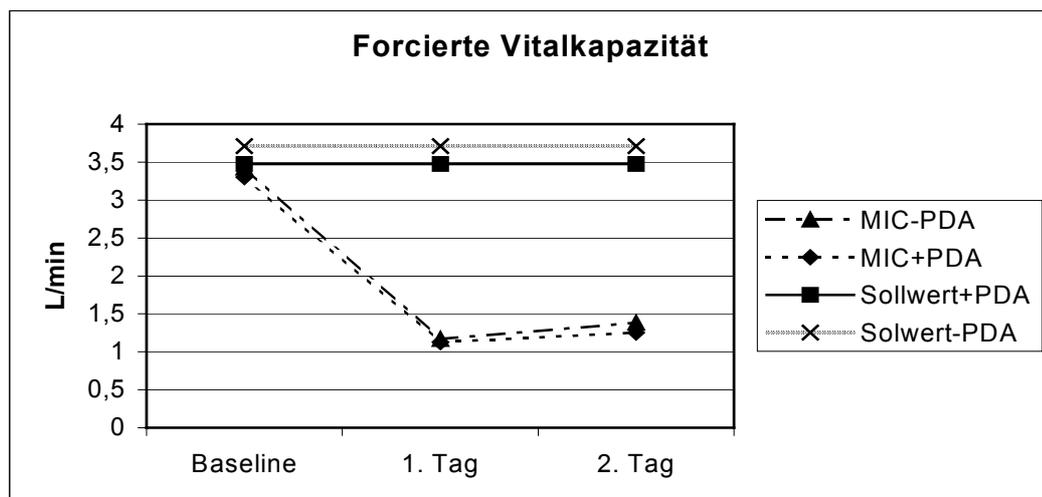


Abbildung 23: Forcierte Vitalkapazität (MIDCABG)

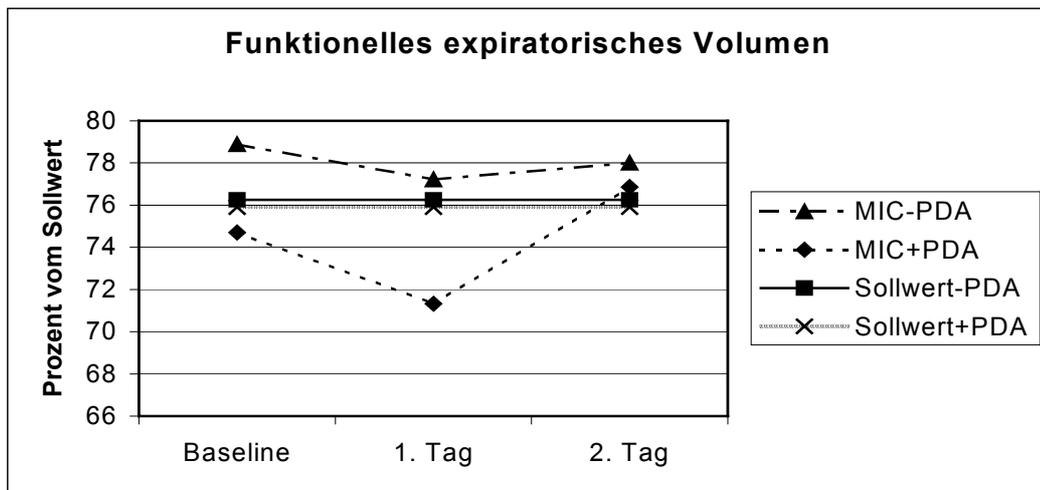


Abbildung 24: Funktionelles expiratorisches Volumen (MIDCABG)

3.4 Konventionelle Technik (CABG)

Es wurde neben den nach minimal-invasiver Technik operierten Patienten zusätzlich noch eine in ihrer Zusammensetzung entsprechende Gruppe von Patienten untersucht, die sich einer Bypassoperation nach üblichem Verfahren mit medianer Sternotomie und unter Einsatz der extrakorporalen Zirkulation unterzogen hatten (CABG = engl. Coronary artery bypass grafting). Sie wurde nicht mit einer thorakalen epiduralen Anästhesie behandelt. Diese Gruppe diente nicht dem statistischen Vergleich, da die Grunderkrankung einen erheblichen Unterschied darstellte. Alle Patienten dieser Gruppe litten an einer koronaren 2-Gefäßerkrankung (im Gegensatz zur 1-Gefäßerkrankung bei den anderen beiden Gruppen).

Ziel der Untersuchung dieser Gruppe war somit den Unterschied und die Gemeinsamkeiten der beiden Verfahren orientierend darzustellen.

Hämodynamik

Ein Unterschied zeigte sich bei der Herzfrequenz (Abbildung 25), die bei den konventionell operierten Patienten (CABG) zum Ende der Operation hin deutlich höher lag.

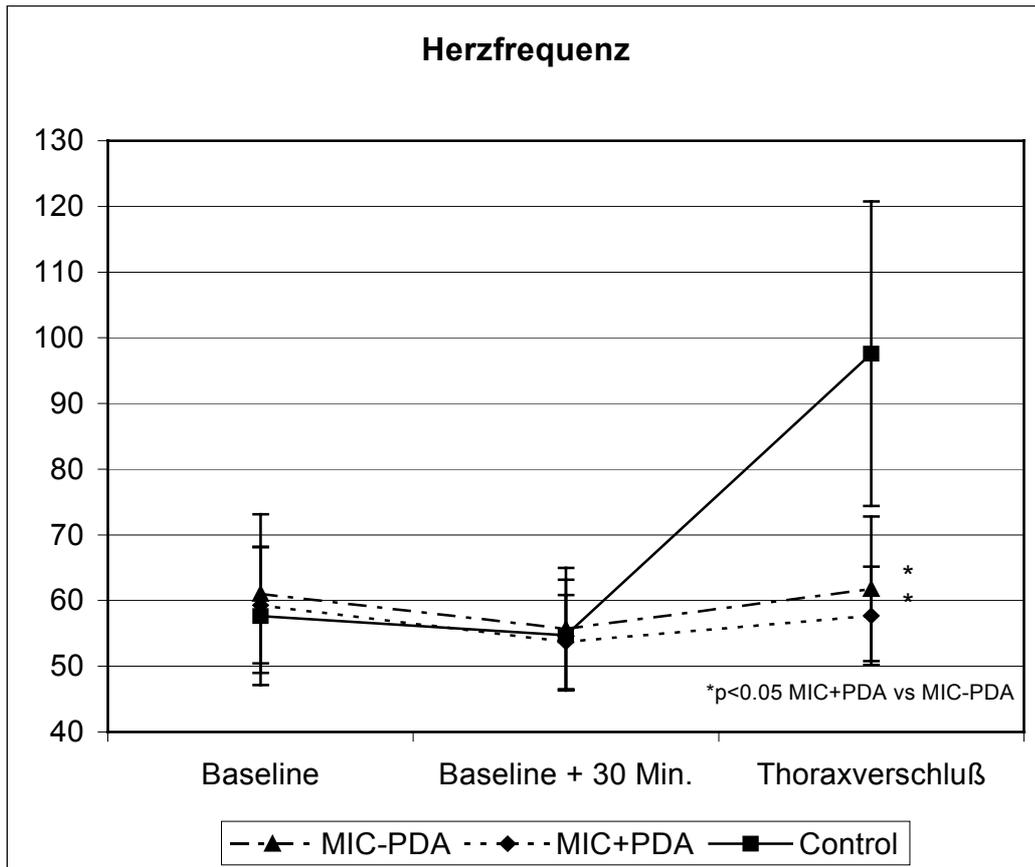


Abbildung 25: Herzfrequenz (CABG)

Dieser Frequenzanstieg ging einher mit einem Abfall des mittleren arteriellen Druckes (Abbildung 26) und ist erklärbar durch ein Absinken des systemischen und pulmonalen vaskulären Widerstands. Aufgrund der größeren Aussagekraft kommen die Indices der Widerstände zur Darstellung (Abbildung 27 und 28).

Eine erhöhte Frequenz mit demzufolge verkürzter Diastole vermindert die Koronarperfusion, die perioperativ schon Ischämie gefährdet ist. Trotz dieser eher negativ zu bewertenden hämodynamischen Situation lag der Herzindex bei Op-Ende mit $4,1 \pm 1,5$ l/min/m² KOF deutlich über dem der anderen Gruppen (beide $2,4 \pm 0,6$ bzw. $0,8$ l/min/m²KOF) im hochnormalen Bereich.

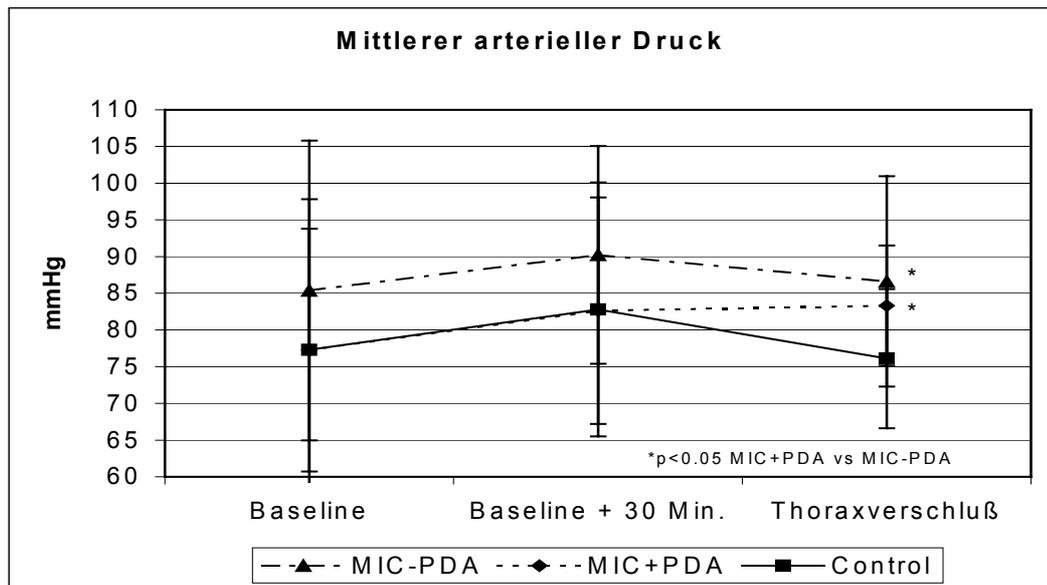


Abbildung 26: Mittlerer arterieller Druck (CABG)

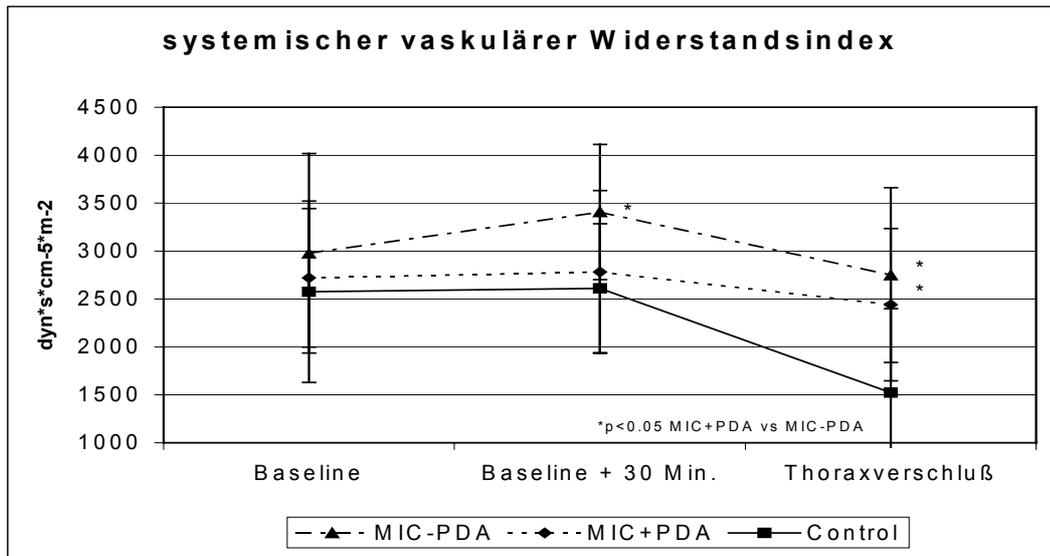


Abbildung 27: Systemischer vaskulärer Widerstandsindex

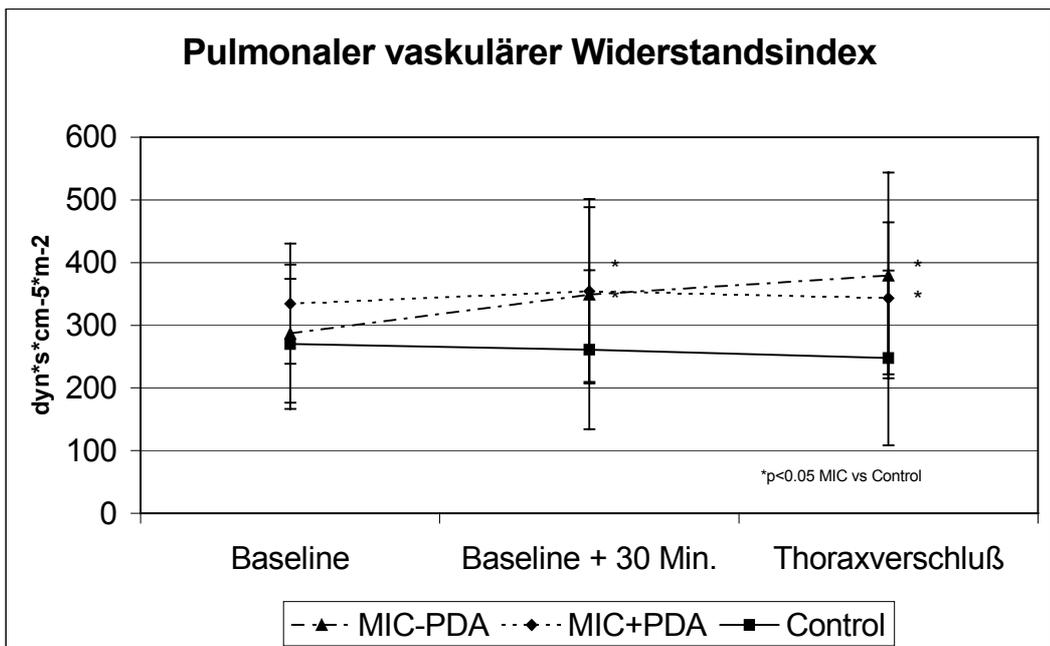


Abbildung 28: Pulmonaler vaskulärer Widerstandsindex

Labor

Der Laktatwert (Abbildung 29) als Indikator für Muskelschäden erreichte ein Maximum direkt nach dem Eingriff und sank danach postoperativ wieder ab.

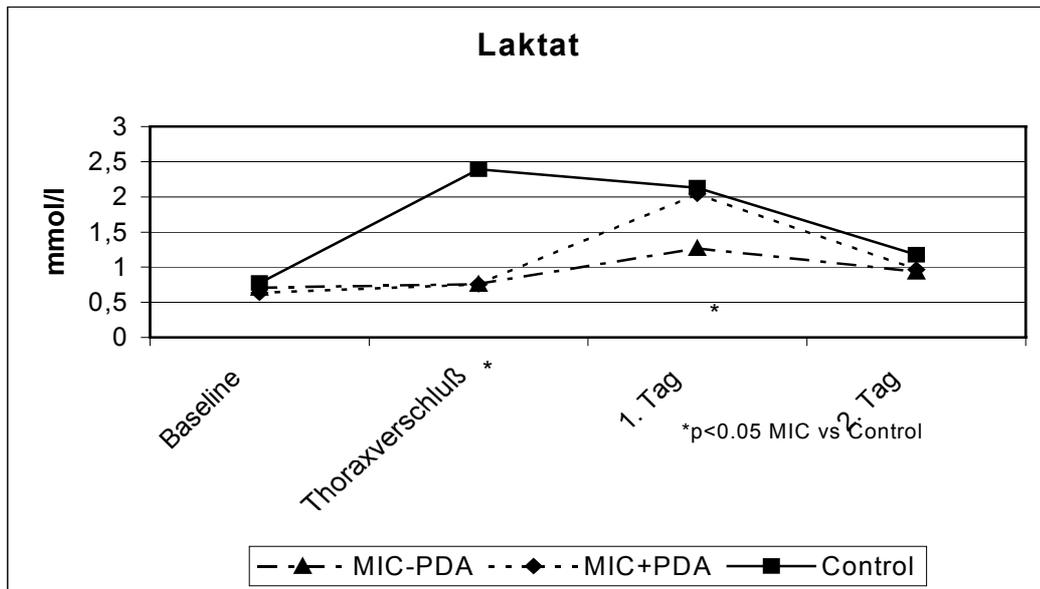


Abbildung 29: Laktat (CABG)

In der postoperativen Phase stiegen die Werte der Kreatininkinase und ihrer Isoenzyme (CK-MB) stetig an (Abbildung 30 und 31).

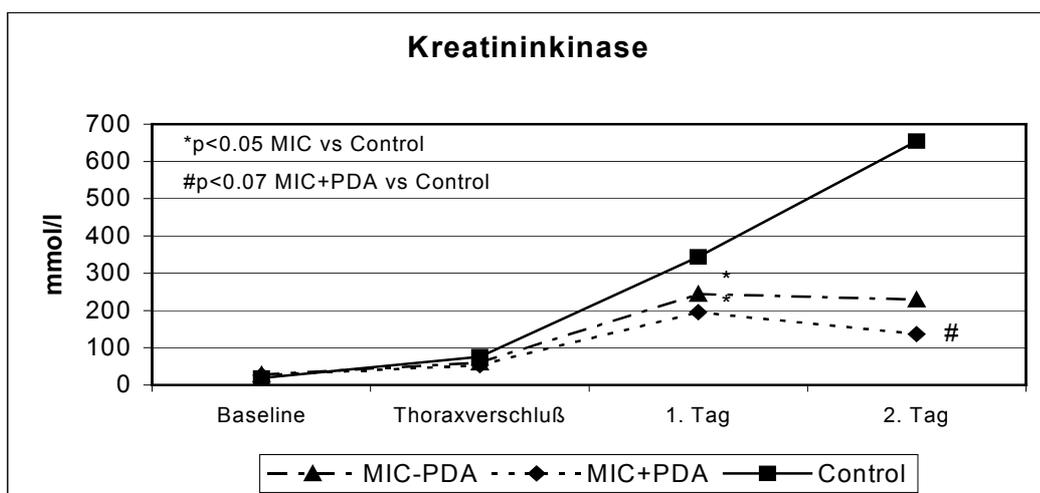


Abbildung 30: Kreatininkinase (CABG)

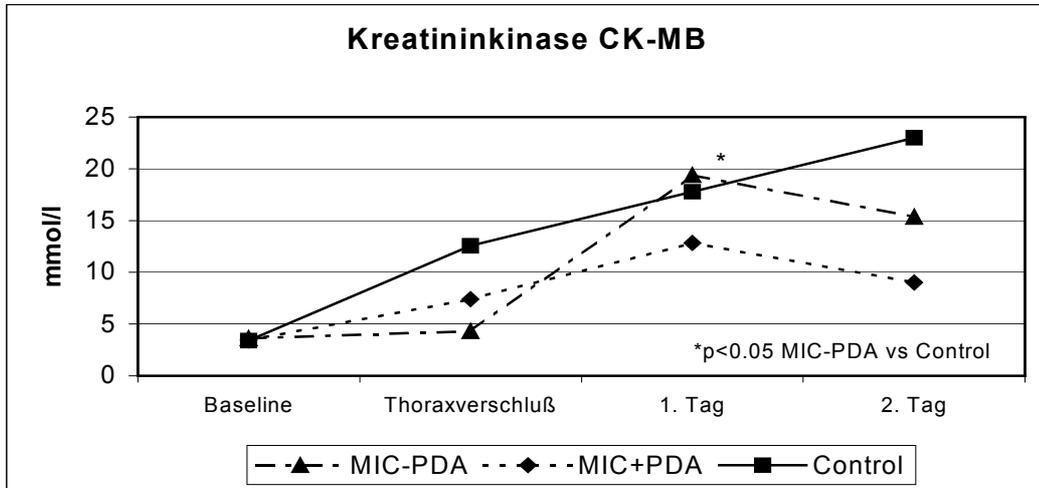


Abbildung 31: CK-MB (CABG)

Die Ergebnisse der Laktatdehydrogenase bestätigten diese Tendenz.

Bei der Betrachtung der Leberfunktion mittels der Enzyme Glutamat-Oxalazetat-Transaminase (GOT) und Glutamat-Pyruvat-Transaminase (GPT) zeigten sich vor allem im postoperativen Verlauf signifikant erhöhte Werte (Abbildung 32 und 33).

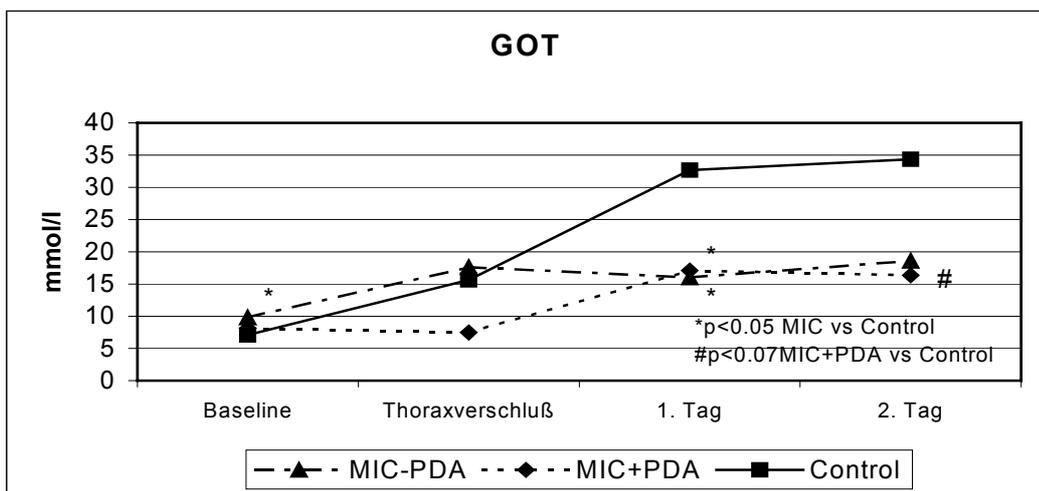


Abbildung 32: Glutamat-Oxalazetat-transaminase (CABG)

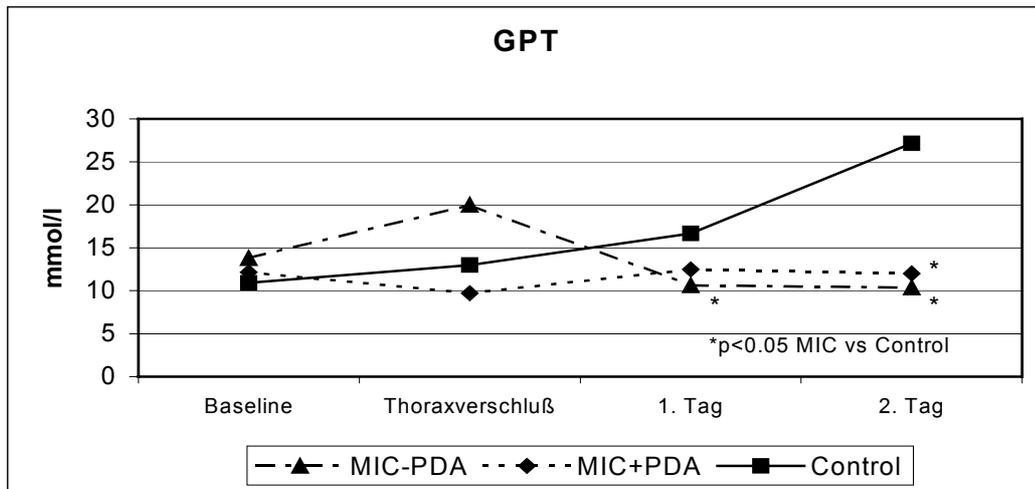


Abbildung 33: Glutamat-Pyruvat-Transaminase (GPT)

Respiration und Analgetika

Im Gegensatz zu den recht stabilen Bedingungen betreffend Hämoglobingehalt (Abbildung 34) und den Hämatokritwert (Abbildung 35) des Blutes bei den minimal-invasiv operierten Patienten zeigte sich bei dieser Gruppe ein Absinken der Werte zum Zeitpunkt des Op-Endes.

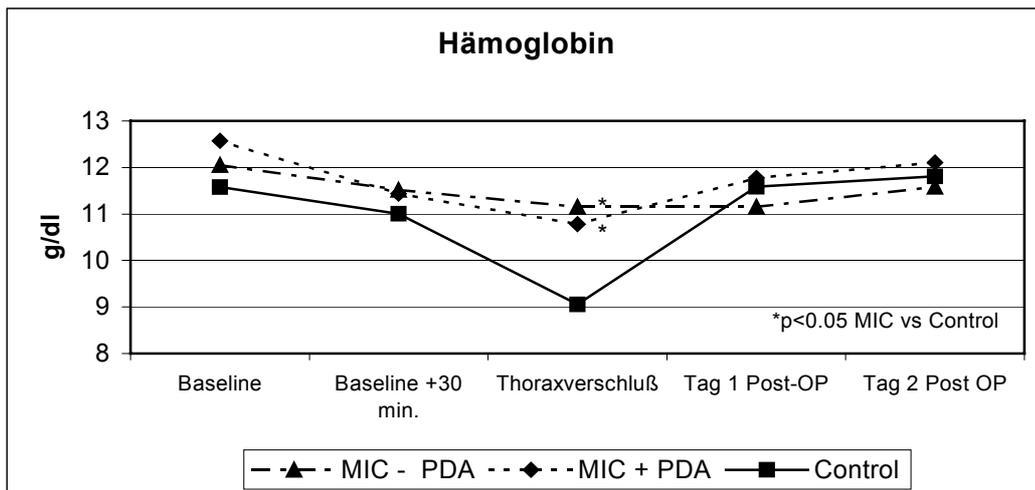


Abbildung 34: Hämoglobin (GABG)

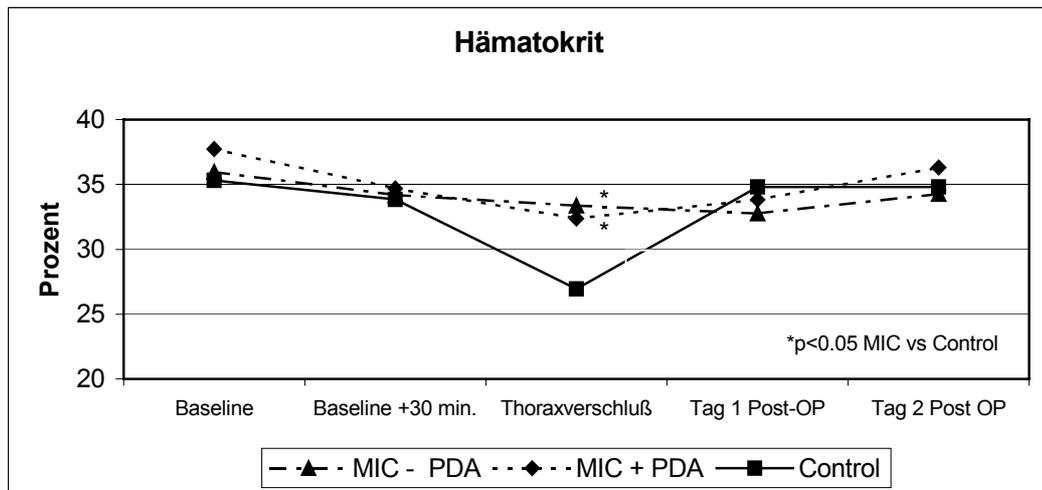


Abbildung 35: Hämatokrit (CABG)

Dieser traf zeitlich zusammen mit den hämodynamischen Veränderungen (Herzfrequenz, mittlerer arterieller Blutdruck, system- und pulmonalvaskulärer Widerstand) und deutete auf eine Hämodilution hin. In der Folge fanden sich aber keine Unterschiede bezüglich arteriellem Partialdruck und arterieller Sättigung.

Auch bei der Lungenfunktionsdiagnostik zeigten sich keine Veränderungen im Vergleich zu den minimal-invasiv operierten Patienten. Bei der Auswertung der visuellen analogen Schmerzskala fand sich ein subjektiv höheres Schmerzniveau bei den Patienten mit medianer Sternotomie (Abbildung 36).

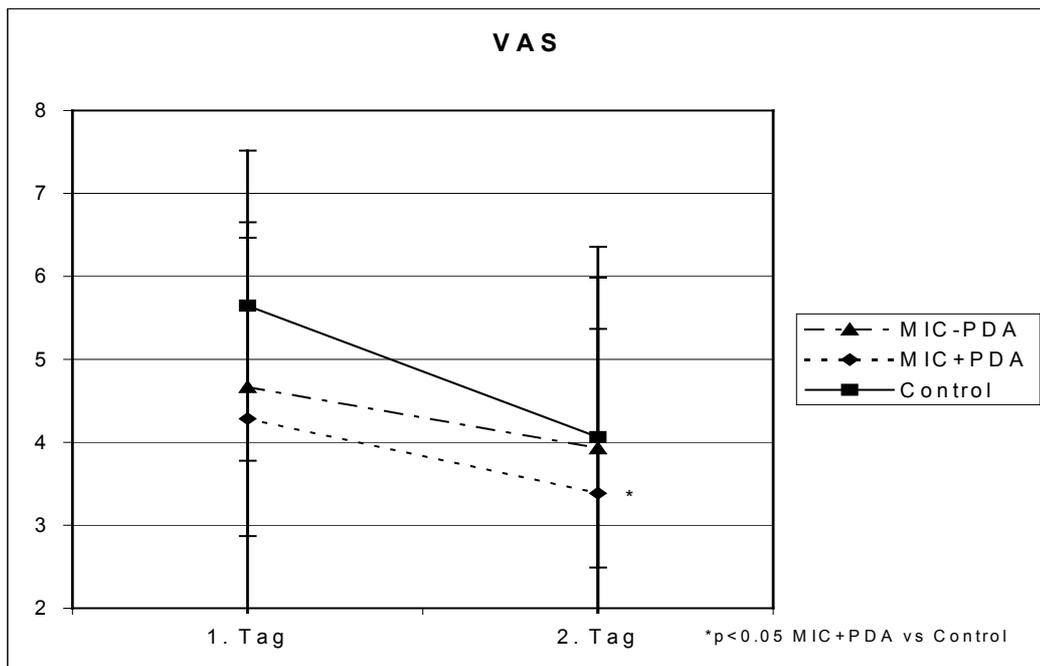


Abbildung 36: Visuelle analoge Schmerzskala (CABG)

Der Bedarf an Piritramid als potentes Schmerzmittel war bei allen Gruppen fast identisch, jedoch hatten die Patienten mit medianer Sternotomie den konstantesten Schmerzmittelbedarf in der postoperativen Phase.

3.5 Unterschiede

Es hat sich gezeigt, daß für die minimal-invasiv operierten Patienten intraoperativ deutlich weniger Sufentanil verwendet wurde als für die nach konventioneller Methode behandelten Patienten, jedoch deutlich mehr Disoprivan (Abbildung 37 und 38).

	Sufenta	Disoprivan
MIDCABG ohne TEA	108 µg ± 108 µg	915 mg ± 453 mg
MIDCABG mit TEA	45,5 µg ± 20,9 µg	997 mg ± 345 mg
CABG	477 µg ± 242 µg	754 mg ± 235 mg

Abbildung 37: Sufenta und Disoprivanverbrauch (CABG)

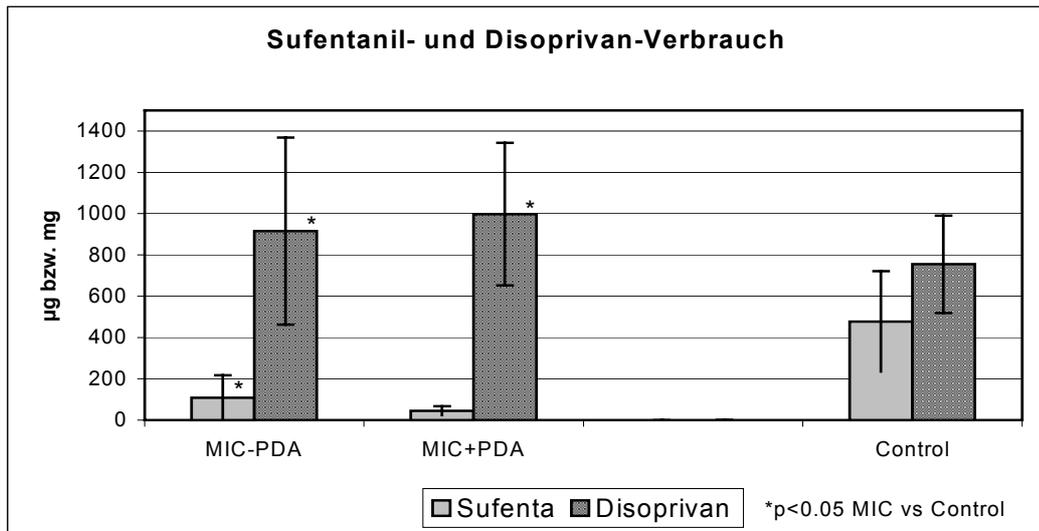


Abbildung 38: Sufentanil- und Disoprivan-Verbrauch

Bei einem neuen Op-Verfahren bedarf es einer gewissen Zeit, um die nötige Übung zu erlangen und Erfahrungen zu sammeln. Im Falle dieser Studie kann bei Betrachtung des Gesamtzeitraumes keine Verlängerung der Op-Dauer durch das neue minimal-invasive Verfahren festgestellt werden (Abbildung 39). Die Anästhesiedauer ist aufgrund der oft frühen Extubation bei den MIDCABG-Gruppen kürzer.

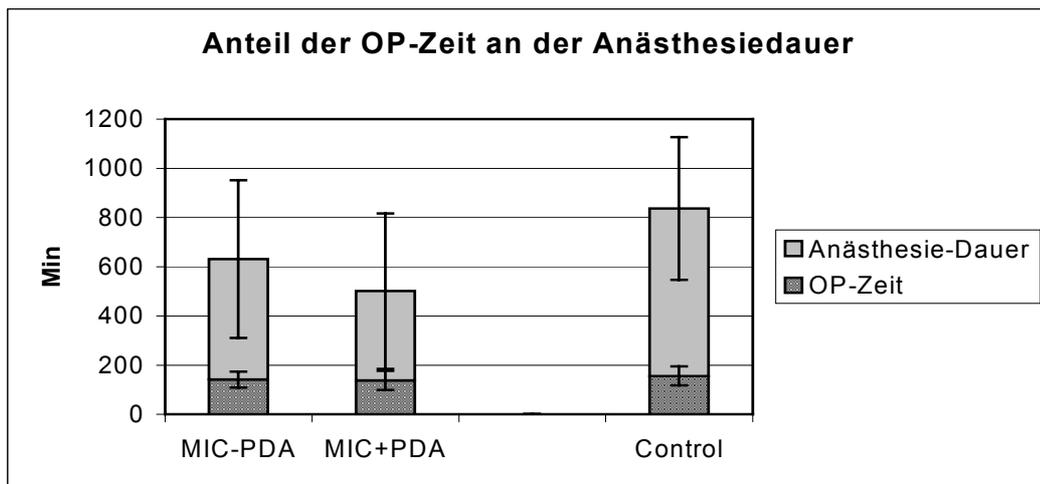


Abbildung 39: Anteil der Op-Zeit an der Anästhesiedauer

Die mit Hilfe der Herz-Lungen-Maschine operierten Patienten mußten länger nachbeatmet werden und konnten erst später auf die peripheren Stationen verlegt werden (Abbildung 40).

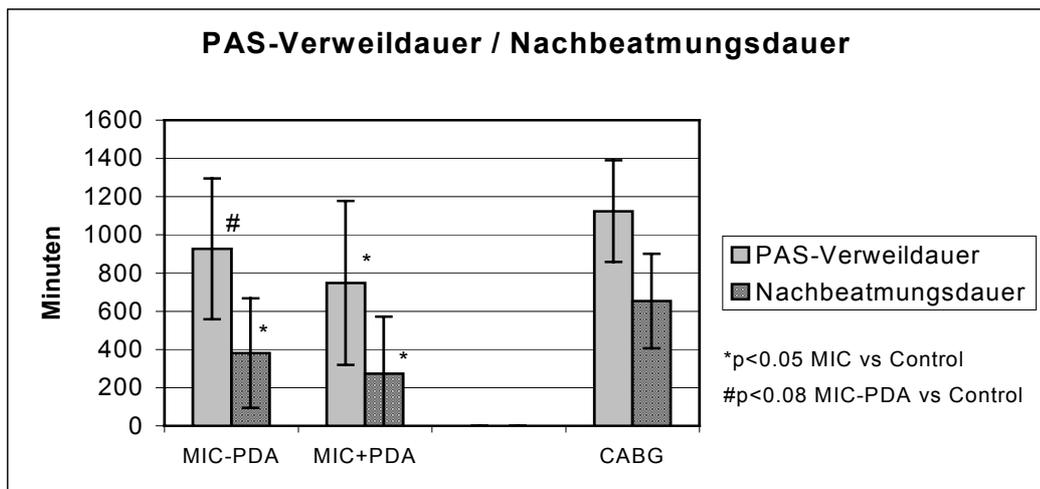


Abbildung 40: PAS-Verweildauer / Nachbeatmungsdauer

Die Katecholamine Dopamin und Suprarenin wurden bei den minimal-invasiven Eingriffen kaum intraoperativ genutzt (siehe oben). Bei der klassischen Technik hingegen sind sie durchaus erforderlich und kommen regelmäßig zum Einsatz (Abbildung 41).

		Weaning	OP-ENDE
Dopamin	MIDCABG ohne Tea	0	0
	MIDCABG mit TEA	0	0,07
	CABG	6,016 ± 0,825	4,312 ± 1,256
Suprarenin	MIDCABG ohne TEA	0	0,02 ± 0,001
	MIDCABG mit TEA	0	0,002
	CABG	0,13 ± 0,112	0,149 ± 0,173

Abbildung 41: Katecholamine (CABG)

4. Diskussion

Mit dieser Studie sollte eine Antwort auf die Frage gegeben werden, ob der Einsatz der thorakalen epiduralen Anästhesie einen Vorteil für Patienten bietet, die sich einem minimal-invasiven Bypass unterziehen müssen. Bei der Auswertung der Ergebnisse wurde ein Schwerpunkt auf Atmung und Gasaustausch gelegt. Wäre die TEA geeignet, neben den sympathikusvermittelten Effekten auf das Gefäßsystem und die Hämodynamik auch direkten und indirekten Einfluß auf die Atmung und den Gasaustausch zu nehmen, könnte die respiratorische postoperative Situation des Patienten verbessert werden. Durch die somit schnellere Mobilisierung wäre dies eine sinnvolle Maßnahme zur Verhinderung der gefürchteten postoperativen pulmonalen Komplikationen.

Wie in den vorangehenden Kapiteln gezeigt, wurden die verschiedenen Auswirkungen einer thorakalen epiduralen Anästhesie auf Hämodynamik, Gasaustausch, Laborwerte, etc im Rahmen eines kardiochirurgischen Eingriffes untersucht. Diese werden im folgenden diskutiert.

Die Einflüsse der thorakalen epiduralen Anästhesie auf die Hämodynamik sollten in dieser Arbeit wie erwähnt nicht im Vordergrund stehen, stellen aber einen beachtenswerten Nebenaspekt dar. In Streßsituationen, zu denen selbstverständlich ein operativer Eingriff am Herzen gehört, reagiert der Körper mit der Ausschüttung von Streßhormonen und somit per endokrinem Weg mit einer Erhöhung des Sympathikotonus. Die Folge ist eine Steigerung der Herzfrequenz auf Kosten der enddiastolischen linksventrikulären Füllung und somit der Auswurfleistung. Zusätzlich sinkt die Koronarperfusion und das Risiko einer Ischämie steigt. Die TEA führt zu einer Sympathikolyse und ist imstande, diese negativen Streßwirkungen zu verhindern und auch den postoperativen Streß zu verringern (Liem et al 1992, Liem et al 1992, Loick et al, 1999) [40,41,44]. Möglich wird dies durch eine selektive Steigerung des myokardialen Blutflusses im Sinne einer Vasodilatation in ischämischen

poststenotischen Myokardgebieten mit Verbesserung der myokardialen Sauerstoffversorgung (Davies, 1986, Blomberg et al, 1989, Blomberg et al, 1990) [13,7,6]. Ebenso verringert die TEA den myokardialen Sauerstoffbedarf (Blomberg et al, 1989, Kirno et al, 1994) [7,37] und steigert die Myokardkontraktilität (Saada et al, 1992; Kock M et al, 1990) [66,38]. Voraussetzung ist aber ein ausreichendes Volumen bei stabilem koronarem Perfusionsdruck. Die TEA kann auch bei Patienten mit therapierefraktärer Angina-pectoris Symptomatik eingesetzt werden. Gramling-Babb et al (2000) [22] untersuchten sechs Patienten, die unter medikamentöser Behandlung weiterhin Symptome entsprechend NYHA IV zeigten und aus verschiedenen Gründen für eine chirurgische Therapie nicht in Frage kamen. Durch die Anlage einer hohen thorakalen epiduralen Analgesie (Th2/3) über die Dauer von 12 Monaten kam es zu einer Verringerung der Beschwerden (NYHA-Klasse IV auf II bzw. III) ohne neue Ischämien der Diagnostik unzugänglich zu machen. In einer tierexperimentellen Arbeit konnten Rolf et al (1996) [62] zeigen, daß die TEA bei Hunden nach Induktion einer subletalen Myokardischämie im Bereich der LAD die Dauer der postischämischen Myokarddysfunktion verkürzt.

Dieser Zusammenhang ist eine Erklärung dafür, daß der Einsatz der TEA bei der minimal-invasiven Operationstechnik zur Erreichung der gleichen stabilen hämodynamischen Verhältnisse eine Reduktion der Dosierung von Suprarenin ermöglichte (Stenseth et al, 1994) [79]. Eine andere Erklärung stellt der Verzicht auf die extrakorporale Zirkulation (Herz-Lungen-Maschine) dar.

Eine Folge der Thorakotomie sind supraventrikuläre Herzrhythmusstörungen, die in ca. 20% der Fälle (insgesamt 185 Patienten von 1993-97) in der retrospektiven Studie von Groban et al (2000) [25] zu finden waren. Obwohl ein Kausalzusammenhang nicht nachgewiesen werden konnte, war die Inzidenz für supraventrikuläre Rhythmusstörungen doch mit dem Zeitpunkt der TEA-Katheterentfernung

assoziiert. Ursache dieser Rhythmusstörungen könnte die Verletzung kardialer parasympathischer Nerven sein. Die kontinuierliche epidurale Infusion von Bupivacaine anstelle von Morphin ist hier durch geringere Ausprägung der Rhythmusstörungen gekennzeichnet (Oka et al, 2001) [56].

Hämodynamische Auswirkungen (periphere Vasodilatation mit Hypotonie und Tachykardie), die typisch für eine lumbale PDA sind, spiegelten sich nicht in den hier gesammelten Daten wieder.

Die Kreatininkinase und ihr Subtyp CK-MB gelten als Frühindikator einer Herzmuskelschädigung und wurden ebenfalls an den ersten beiden postoperativen Tagen bestimmt. Hier zeigte sich ein geringerer Anstieg bei den mit TEA behandelten Patienten und unterstützt somit die oben gemachte Aussage eines schützenden Einflusses der TEA auf das Myokard.

Bei der Auswertung der Ergebnisse dieser Untersuchung unter dem Gesichtspunkt des Gasaustausches zeigte sich eine signifikante Differenz am zweiten postoperativen Tag. Zu diesem Zeitpunkt, dem zweiten und dritten postoperativen Tag, vermutet Slinger (1995) [71] in seiner Arbeit über den Vergleich intravenös und epidural applizierter Lokalanästhetika die meisten pulmonalen Komplikationen. Hier war der Unterschied bei dem Sauerstoffpartialdruck mit 15 mmHG (Tag 1 post-OP) und 20 mmHg (Tag 2 post-OP) ein klares Zeichen für eine bessere Verwertung des dargebotenen Sauerstoffes. In seiner schon 1992 veröffentlichten Arbeit über den Einsatz der TEA bei konventionellen Bypassoperationen führte Liem [41] dies auf eine frühere Extubation zurück. Zu eben dieser frühen Extubation kam es auch in dieser Untersuchung, in Einzelfällen sogar noch im Operationssaal mit dem Ende des Eingriffes. Im Mittel wurden die Patienten mit TEA 4,5 Stunden nachbeatmet – circa 1 Stunde 50 Minuten kürzer als die Gruppe ohne TEA. Zu statistisch auswertbaren Ergebnissen kam es aber aufgrund geringer Fallzahlen und zu großer Varianz nicht.

Möglich wurden diese frühzeitigen Extubationen erst durch ein Anästhesieregime mit low-dose Sufentanil. Die gute Analgesie per TEA ermöglichte die Reduktion der potenten intravenösen Analgetika (Mason et al, 2000; Royse et al, 1999) [48,65]. So kam es weder zu Opiatüberhang noch zu sedierenden Nebenwirkungen der Analgetika gegen Ende des Eingriffes. Eine höhere Vigilanz der Patienten war die Folge, die schon in anderen Untersuchungen gezeigt werden konnte (Stenseth, 1996) [78]. Als Konsequenz aus einem wachernen Patienten erfolgte die Verlegung von der Intensivstation auf eine Observationsstation in kürzerer Zeit. Hierdurch wird die TEA ein wichtiges Instrument, um die direkt post-operative Extubation noch im Operationssaal zu ermöglichen.

Die Lungenfunktion eines Patienten nach einer Thorakotomie ist normalerweise postoperativ für die Dauer von 1 – 2 Wochen stark beeinträchtigt (Meißner, 1997) [49]. Shenkman et al (1997) [71] finden eine Beeinträchtigung der Lungenfunktion sogar für die Dauer von 3,5 Monaten nach herzchirurgischen Eingriffen. Der Anteil der pulmonalen Komplikationen bei thoraxchirurgischen Eingriffen wurde 1995 noch mit 25% beziffert (Slinger, 1995) [72]. Kaplan (1983) [33] schätzt den Anteil der Patienten, die nach einer Thorakotomie eine Atelektase zu entwickeln, auf bis zu 100%. Je niedriger der Wert der visuellen analogen Skala angegeben wird, desto geringer sei die Anzahl der Atelektasen. Liem formulierte daraufhin 1992: „Effektive Schmerzbehandlung, die nicht die postoperative Vigilanz beeinträchtigt oder zu einer Atemdepression führt, ist grundlegend zur Vorbeugung der Entstehung postoperativer Atelektasen.“ [41] Demzufolge ist die Verbesserung der postoperativen Lungenfunktion eine wichtige Aufgabe der anästhesiologischen Betreuung des Patienten. Hier gilt die thorakale PDA als ein Verfahren, welches geeignet ist, nicht nur den postoperativen Schmerz des kardiochirurgisch operierten Patienten gut zu kontrollieren, sondern auch auf bisher nur teilweise geklärtem Wege die Atmung an sich zu verbessern (Meißner, 1997) [49]. Allgemein hatte sich in der Arbeit von Brodner (1997) [8] schon

eine Verbesserung der postoperativen Lungenfunktionsstörungen durch den Einsatz der TEA gezeigt.

Eine mögliche unerwünschte Wirkung der thorakalen epiduralen Analgesie ist die zervikale Ausdehnung mit Beteiligung der Nervenwurzeln bis C3. Hierunter käme es von motorischer Schwäche in der oberen Extremität bis hin zur Beeinträchtigung der Atmung durch Lähmung des Diaphragma. Mit dem ESSAM-Score (Epidural scoring scale for arm movements) stellten Abd Elrazek et al, 1999 [1] ein einfaches Evaluationsverfahren der kranialen Ausdehnung unter Berücksichtigung der Armbewegungen vor. Es könne sowohl im klinischen Alltag als auch bei wissenschaftlichen Untersuchungen (z.B. Wirkungsvergleich verschiedener epidural applizierter Lokalanästhetika) eingesetzt werden. Als Ursache für die Verschlechterung der Lungenfunktion wird jedoch zumeist der postoperative Schmerz durch die Thorakotomie angenommen (Tenling et al, 2000) [81].

Die Arbeiten von Slinger et al aus dem Jahre 1995 [72] und Guinard et al aus dem Jahre 1992 [27] haben nach randomisierten Untersuchungen eine gesteigerte Wirksamkeit für Opiode bei epiduraler im Vergleich mit intravenöser Applikation nachgewiesen. Für den Vergleich intravenöser Analgetika mit der TEA zeigten Fawcett et al (1997) [19] und el Baz et al (1987) [18] die eindeutigen Vorteile der TEA. Bei der andauernden Diskussion über die erhöhten Risiken einer thorakalen versus lumbalen epiduralen Analgesie zeigten Metha et al (1999) [50], daß bei herzchirurgischen Eingriffen (CABG) für die Qualität der Analgesie durch thorakale Applikation kein Vorteil erreicht werden konnte. Allerdings handelt es sich mit 39 Patienten um keine große Studie. Die gleiche Aussage trafen schon 1993 Grant et al [24] in Ihrer Arbeit über die Post-Thorakotomie-Analgesie durch epidurale Applikation. Sie fanden lediglich eine Verringerung der notwendigen Menge an epiduralen Opiaten.

Durch eine verbesserte Analgesie kann also die postoperative Lungenfunktionsstörung, die sich regelhaft nach Thorakotomie-Eingriffen findet, verringert werden. Stenseth (1996) [78] zeigte in einer 52 männliche Patienten umfassenden Studie eine Verbesserung der postoperativen Spirometriewerte (Einsekundenkapazität) unter TEA. Meßwerterhebung war jeweils am zweiten und dritten postoperativen Tag. Da 20 Stunden nach der letzten Gabe von Fentanyl keine Beeinträchtigung der respiratorischen Funktion mehr zu erwarten sei, müsse es auf die analgetische Wirkung der TEA zurückzuführen sein. In dieser Untersuchung fand sich jedoch bei genau diesen Patienten das funktionelle expiratorische Volumen erniedrigt. Möglicherweise ist dies durch eine motorische Blockade der thorakalen Intercostalmuskulatur bedingt. Nach Sundberg (1986) [80] ist dieser Effekt jedoch klinisch ohne Relevanz.

Die Ausschaltung des Ruheschmerzes allein reicht nicht zur Prophylaxe der Atelektasenbildung aus. Zur effektiven Vorbeugung und somit Verbesserung der Lungenfunktion muß der Belastungsschmerz ausgeschaltet werden (Bell, 1991) [3]. Ebenso sollte die intraoperativ begonnene Therapie postoperativ fortgesetzt werden (Brodner, 1997) [8]. Hier gehen Sentürk et al (2002) [69] noch einen Schritt weiter: Das „Chronic postthoracotomy pain syndrome“, d.h. Schmerz, der nach einer Thorakotomie für mehr als zwei Monate persistiert, habe eine Inzidenz zwischen 50% (Dajczman et al, 1991; Kalso et al, 1992) [12,32] und etwa 75% (Perttunen et al, 1999) [58] und es fehlten wissenschaftliche Ergebnisse zur Beantwortung der Frage, welches Analgesieverfahren hier den besten Langzeitschutz böte. In ihrer Untersuchung an 79 Patienten verglichen sie eine circa 30 Minuten präoperativ-begonnene TEA mit einer postoperativ-begonnenen TEA und einer IV-PCA als nicht epiduralem Verfahren. Sie konnten zeigen, daß die präoperativ begonnene TEA sowohl die Inzidenz als auch die Intensität des chronischen postoperativen Thorakotomieschmerzes senken konnte im Vergleich mit den beiden anderen Verfahren. Es sei somit „das Verfahren der Wahl zur

Verhinderung des chronischen Postthorakotomieschmerzes“. Ähnliche Ergebnisse fanden Obata et al (1999) [55]. Sie untersuchten, ob ein präoperativer epiduraler Block mit Mepivacaine den postthorakotomischen Schmerz verringern könnte. Allerdings benutzten Sie hierzu lediglich ein Lokalanästhetikum ohne Opiatzusatz. Sie fanden eine Reduktion bei jedoch insgesamt höherer Inzidenz als Sentürk et al (2000) [69]. Perttunen et al hatten schon 1995 [57] den Schmerz nach Thorakotomie unter extraduraler, paravertebraler oder intercostaler Nervenblockade bei 45 Patienten untersucht. Sie fanden keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des Schmerzes, der Lungenfunktion, unerwünschter Nebenwirkungen oder der zur Analgesie zusätzlich notwendigen Morphindosis (per PCA).

In anderen Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß der akute postoperative Schmerz nach Thorakotomie in Zusammenhang stehe mit einer späteren „Chronifizierung“ (Katz et al, 1996) [34] und deswegen eine gute lückenlose Analgesie von Bedeutung sei. Zusätzlich sollte die TEA als postoperative Analgesie in patientenkontrollierter Art und Weise eingesetzt werden, denn nur so kommen nach Wulf (1999) [87] die Vorteile vollständig zum Tragen.

Wir wählten ein entsprechendes Analgesieverfahren mit präoperativem Beginn einer postoperativ als PCEA (Patient controlled epidural analgesia) fortgesetzten thorakal-epiduralen Applikation von Lokalanästhetikum mit Opioidzusatz. Die visuelle analoge Schmerzskala wurde zum Zeitpunkt des größten Schmerzes, der Messung der Einsekundenkapazität, abgefragt und zeigt einen tendenziell weniger schmerzhaften postoperativen Verlauf der Patienten mit TEA im Vergleich zu jenen ohne TEA. Diese geringe Differenz läßt sich auf eine gute intravenöse analgetische Abdeckung der Patienten ohne TEA zurückführen. Eine weitere Ursache könnte sein, daß das minimal-invasive Verfahren an sich geringere postoperative Schmerzen verursacht und deswegen auch die Unterschiede geringer ausfallen. Betrachtet man die Ergebnisse der

visuellen analogen Schmerzskala (VAS) der Patienten, die mit medianer Sternotomie und extrakorporaler Zirkulation operiert wurden, so liegen diese wie erwartet über den Ergebnissen der minimal-invasiv operierten Patienten.

Postoperativ kam es nach medianer Sternotomie vermehrt zu hypoxischen Phasen, zumeist während des Schlafes. Diese sind möglicherweise für Ischämien des Myokards verantwortlich (Rosenberg J, 1994; Rosenberg J, 1995) [64,63] und auch bei Patienten mit guter Analgesie nachzuweisen. Aus diesem Grund sind sie vermutlich nicht nur Folge des postoperativen Schmerzes (Brodner, 1997; Spence, 1971) [8,74], sondern stehen in Zusammenhang mit einer Verschlechterung der Zwerchfellfunktion als Folge einer Ausdehnung der Sternotomie in das obere Abdomen (Locke, 1990; Dureuil, 1986) [43,17]. Über die afferenten Nerven wird dann die Phrenikusleistung beeinträchtigt. Obwohl die TEA über Blockade der afferenten Fasern einen positiven Effekt bewirkt (Brodner, 1997) [8], spielt dieser Faktor hier nur eine untergeordnete Rolle: Bei dem MIDCABG-Verfahren kommt es zu keiner Ausweitung des Zuganges (LAST) in das obere Abdomen und somit auch nicht zu einer Beteiligung des Zwerchfells.

Allerdings wird im Rahmen der lateralen Thorakotomie mindestens eine Rippe entfernt und auf die anderen erheblicher Druck ausgeübt. Die laterale Mini-Thorakotomie (LAST) wird vom Patienten in der postoperativen Phase schmerzhafter empfunden als die mediane Sternotomie (Kessler et al, 2000, Walther et al, 1998) [35,83]. Ab dem zweiten postoperativen Tag verringert sich das Schmerzniveau aber erheblich, so daß wiederum die Patienten mit medianer Sternotomie vermehrt über Schmerzen klagen (Walther et al, 1998) [83]. Wie zum Beispiel in der von Wu et al (1999) [86] durchgeführten Studie an Patienten mit Rippenserienfrakturen (mindestens drei Rippen) durch Verkehrsunfall ist auch hier die TEA einer intravenösen Analgesie (PCA) überlegen und dies bei erheblich größerem knöchernen Trauma.

Allgemein zeigte sich ein erhebliches Nachlassen der Schmerzen bis zum siebten postoperativen Tag.

Die Tatsache, daß die Patienten ihre Analgesie nur bis zum zweiten postoperativen Tag über eine TEA erhielten und auch nur bis zu diesem Zeitpunkt eine Evaluation des Schmerzes durchgeführt wurde, erklärt, warum der Unterschied zwischen den Gruppen nicht noch deutlicher zum Tragen gekommen ist. Ebenso benötigt man bei einem subjektiven Score wie der VAS eine größere Fallzahl als die hier demonstrierte. Beachtenswert ist aber, daß wir bei zu erwartenden höheren Schmerzen in der Gruppe der minimal-invasiv operierten Patienten an den ersten beiden postoperativen Tagen trotzdem niedrigere VAS-Werte erhalten haben. Dies läßt auch für die weiteren Tage einen Unterschied erwarten.

Die Vorteile der TEA als Analgesie zeigen sich erneut, wenn sie imstande ist, die stärkeren Schmerzen des minimal-invasiven Verfahrens auszugleichen. Bei den MIDCABG-Patienten ohne TEA könnte neben einer guten Grundanalgesie der schon erwähnte psychologische Aspekt eines minimal-invasiven Verfahrens mitentscheidend sein. Minimal-invasiv bedeutet für Patienten oft automatisch „weniger schmerzhaft“.

In den vergangenen Jahren wurde eine Bypass-Operation üblicherweise mit medianer Sternotomie unter extrakorporaler Zirkulation durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Gruppe sollen nur vergleichend mitbetrachtet werden, da zum einen die Wirkung der thorakalen epiduralen Anästhesie im Vordergrund stehen sollte und zum anderen die Patienten dieser Gruppe „kränker“ waren. Somit waren sie einem statistischen Vergleich nicht zugänglich.

Im Verlauf des Eingriffes schon stieg der Wert der Kreatinkinase (CK) und ihres herzmuskelspezifischen Subtyps CK-MB stärker an und behielt diesen Trend auch postoperativ bei. Hierbei überstieg er sowohl die Werte der Gruppe mit TEA als auch der Gruppe ohne TEA. Dieser Effekt kann

also nicht nur auf die oben schon beschriebene Wirkung der TEA zurückgeführt werden. Vielmehr scheint das operative Verfahren an sich einen kardioprotektiven Anteil zu haben. Bei der Betrachtung der Leberfunktion mittels der Enzyme Glutamat-Oxalazetat-Transaminase (GOT) und Glutamat-Pyruvat-Transaminase (GPT) zeigten sich relevant erhöhte Werte vor allem im postoperativen Verlauf. Dieser Anstieg ist möglicherweise als Folge des Einsatzes der Herz-Lungen-Maschine und des perioperativen Stresses zu verstehen. Hieraus könnte man jetzt auf eine „leberprotektive“ Wirkung des minimal-invasiven Verfahrens schließen. Ob dieser Schluß richtig ist oder ob die extrakorporale Zirkulation, der Schweregrad der Grunderkrankung oder weitere, hier nicht erfaßte Faktoren ursächlich waren, konnte nicht sicher festgestellt werden und bedarf der weiteren wissenschaftlichen Untersuchung.

Bei der Diskussion um die Vor- und Nachteile eines neuen Anästhesieregimes können die entstehenden Kosten nicht außer Acht gelassen werden. Durch Verringerung der Kosten im Gesundheitswesen würde die erreichte Verkürzung des Krankenhausaufenthaltes nicht nur dem Patienten zugute kommen. Bimston et al (1999) [4] geben in ihrer Arbeit über die kontinuierliche extrapleurale paravertebrale Infusion als Schmerztherapie bei gleicher Analgesiequalität wie die TEA ersterer den Vorzug. Neben anderen Vorteilen würden so die an die Abteilung für Anästhesie zu entrichtenden Kosten in Höhe von \$ 500 pro Patient entfallen.

Ebenso bietet die TEA erhebliche Einsparmöglichkeiten in den Bereichen Personal und Material. Dies kann direkt zu finanziellen Einsparungen und indirekt zu einer besseren Ausnutzung der Op- und Intensivkapazitäten führen. Durch die kürzeren Nachbeatmungszeiten und die kürzere Anästhesiedauer kann der Patient schneller auf die periphere Station verlegt werden. Die Anzahl der durch die Intensivstation betreuten Patienten nimmt zu. Somit kann entweder die wirtschaftliche Effizienz der kardiochirurgischen Anästhesieabteilung gesteigert werden, oder aber

dem aktuellen Kostendruck Rechnung getragen werden. In der schon genannten Studie von Groban et al (2000) [25] werden die Kosten durch Verlängerung der postoperativen TEA-Therapie von 3 auf 5 Tage bei circa 80.000 thorakotomierten Patienten jährlich in Amerika auf 8 Millionen US-Dollar beziffert. Durch die Verringerung der Inzidenz von atrialen Herzrhythmusstörungen könnten im gleichen Zuge Behandlungskosten durch längeren Krankenhausaufenthalt und Folgekosten von 26 Millionen US-Dollar eingespart werden. Dies ist ein gutes Beispiel für die ökonomische Relevanz der thorakalen epiduralen Analgesie.

Allein der Wechsel der chirurgischen Technik könnte nach einer kanadischen Untersuchung von Del Rizzo et al aus dem Jahre 1998 [14] eine Ersparnis von bis zu 50 Prozent der Kosten erbringen. Diese Diskussion läßt sich selbstverständlich nur vor dem Hintergrund einer mindestens dem traditionellen Verfahren gleichwertigen Qualität der Behandlung führen. Noch 1997 schrieb Ancalmo [2], daß die minimal-invasiven Techniken von einigen Kliniken als Mittel genutzt würden, den Patienten zu umwerben – selbst wenn dieser für eine solche Operation nicht geeignet wäre. Sei er erst einmal im System der Klinik aufgenommen, wäre es einfach, ihn von einer anderen Operation zu überzeugen. Er bezweifelt, ob der Stand der chirurgischen Fähigkeiten ausreiche, den Patienten den gleichen Qualitätsstandard wie bei der traditionellen Technik bieten zu können. Sein Vorschlag war ein Programm zur Verringerung des operativen Traumas bei der traditionellen Technik, zum Beispiel durch eine kürzere Inzision bei beibehaltener Sternotomie.

Die TEA wurde im Rahmen einer balancierten Allgemeinanästhesie durchgeführt. Es wurden die gültigen Sicherheitsvorkehrungen beachtet und keine Komplikationen beobachtet (Gogarten et al., 2000; Vandermeulen et al, 1997, Wulf, 1995) [22,82,88]. Allerdings stellen z. B. O'Higgins et al noch im Jahre 2000 [54] fest, daß in Großbritannien keine einheitliche Regelung bei Einsatz der TEA unter Gerinnungsstörungen oder vergleichbaren Problemen besteht. Hier wird also in der nächsten

Zeit eine Standardisierung erfolgen müssen. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde der Katheter am Vorabend des Eingriffes gelegt und so ein ausreichendes zeitliches Sicherheitsfenster für eine mögliche Vollheparinisierung geschaffen (Wulf, 1995; Royse et al, 1999) [88,66]. Eine Entfernung des Katheters erfolgte frühestens nach mindestens 6-stündiger Pause einer etwaigen Heparintherapie und Kontrolle der Gerinnungswerte erst am zweiten postoperativen Tag (Müllejans, 1997; Wulf, 1999) [52,87] Zusätzlich galten hier alle Störungen des Gerinnungssystems als Ausschlußkriterien. Eine schwerwiegende aber sehr seltene Komplikation stellt das epidurale Hämatom dar. Es kann zu dauerhaften neurologischen Schäden führen. Durch Anlage des Katheters am Vorabend kann dieses Risiko vermieden werden (Royse et al, 1999) [65].

Zusammenfassend läßt sich im Rahmen dieser Untersuchung die in der Literatur (Meißner, 1997; Loick, 1999) [49,44] vertretene Meinung, die TEA habe einen positiven Einfluß auf die kardiale Funktion, bestätigen. Heller (2000) [31] bezeichnet aus diesem Grund die Wirkung der TEA als kardioprotektiv und Heck et al (1999) [30] empfehlen sie zum Einsatz beim kardialen Risikopatienten.

Trotz der Kritik an der neuen Technik ist die Anzahl der Fürsprecher groß. So beschreibt Glenville (1999) [21] die Ergebnisse der neuen Verfahren als beeindruckend, wenngleich der Anspruch an die Fähigkeiten des Chirurgen hoch sei. Zusätzlich könnte der Verzicht auf die extrakorporale Zirkulation und die schnellere Entlassung zu Kosteneinsparungen führen. Der gleichen Ansicht sind Calafiore et al (1996) [9] und Reichenspurner et al (1998) [61] die 155 und 52 Patienten nach dem minimal-invasiven Verfahren operiert haben und zu guten Ergebnissen gekommen sind.

Magovern et al (1998) [46] urteilen über das neue Verfahren nach ihrer vergleichenden Untersuchung, es senke die initiale Morbidität und die Kosten. Sie beziffern die Krankenhauskosten für eine Bypassoperation mit

medianer Sternotomie unter extrakorporeller Zirkulation und siebentägigem stationären Aufenthalt mit circa \$ 15.600; das MIDCABG-Verfahren bei nur fünftägigem stationären Aufenthalt ist mit circa \$ 11.200 somit rund \$ 4000 günstiger. Das bedeutet, daß bei gleichen Kosten fast 50% mehr Patienten behandelt werden könnten. Allerdings waren einige Re-Eingriffe notwendig, so daß zur besseren Beurteilung Langzeitverläufe noch abgewartet werden müssten.

Bei der Untersuchung der Wirkung einer TEA im Rahmen minimal-invasiver Bypasschirurgie bleibt zu bedenken, ob dieses Verfahren sich durchsetzen wird oder ob dieser chirurgische Pfad schon wieder verlassen sein wird, bevor das optimale Anästhesieregime gefunden werden wird. In einem Editorial aus dem Jahre 1998 sehen Mariani et al [46] nach mehr als 1400 weltweit in 60 Herzzentren minimal-invasiv operierten Patienten bei der isolierten proximalen LAD-Stenose als Indikation in dieser Technik die bessere Lösung im Vergleich mit PTCA und konventioneller Bypass-OP, besonders in schwierigen Fällen. Sharples et al forderten zur objektiven Klärung dieser Frage 1999 eine randomisierte klinische Untersuchung (RCT) und sahen den Zeitpunkt zur Durchführung als ideal an. Obwohl sich die Technik noch weiter entwickle, sei die Indikation an vielen Zentren die isolierte proximale LAD-Stenose und somit ein Vergleich mit der PTCA möglich.

Die Laser-Revaskularisation bei therapierefraktären Angina-pectoris Symptomen lieferte bei 1000 Patienten gute Ergebnisse, ohne daß eine exakte Erklärung möglich ist (Schmid et al, 1996; Mirhoseini et al 1998) [67,51]. Es zeigte sich, daß neben der Erfahrung des Chirurgen durch Standardisierung und den Einsatz speziell entwickelter Instrumente die postoperativen Ergebnisse der MIDCABG-Eingriffe deutlich zu verbessern waren (Possati et al, 1998, Weinschelbaum et al, 1998) [59,84].

Trotz der Vielfalt an verschiedenen Umsetzungen des minimal-invasiven Verfahrens (Port-Access oder Off-Pump-Technik, mit oder ohne

Sternotomie, vollständig endoskopische robotergesteuerte Verfahren) scheint es sich die Off-Pump-Technik mit LAST, d.h. ohne extrakorporale Zirkulation bei anterolateraler Minithorakotomie, zumindest bei der Eingefäß-KHK, durchzusetzen. Sie gilt bei richtiger Indikationsstellung als sicheres Verfahren (Leclerc et al, 1989; Mariani et al, 1998) [39,47]. Die Begrenzung auf die koronare Eingefäßkrankung könnte in Zukunft durch ein sogenanntes „Hybrid“-Verfahren umgangen werden, bei dem nach erfolgter MIDCABG-Operation zweizeitig eine PTCA durchgeführt wird (Wittwer et al, 1999) [85].

Die chirurgische Therapie wird heute jedoch nicht mehr selbstverständlich als Goldstandard bei der Behandlung der koronaren Herzkrankheit angesehen. Die CASS-Studie (Coronary Artery Surgery Study) zeigte nur einen geringen Überlebensvorteil der chirurgisch therapierten im Gegensatz zu den medikamentös behandelten Patienten. Unter dem aktuellen Kostendruck erscheint es also sinnvoll, die Anzahl der operativen Eingriffe durch bessere Prävention und optimale medikamentöse Therapie zu reduzieren (Sprecher, 1998) [75].

Die thorakale epidurale Anästhesie ist seit fast zehn Jahren Kern einer harten Diskussion. In einem Editorial spricht sich Nolte (1997) [53] ausdrücklich für den Einsatz der TEA aus und erteilt all denen, die ohne über eigene Erfahrungen zu verfügen dieses Verfahren ablehnten, eine Abfuhr: „Die Selbstkritik wissenschaftlicher Tätigkeit sollte es verlangen, daß man sich nur zu Problemen äußert, für die man auch das ausreichende Wissen und die nötige Erfahrung mitbringt.“ (Nolte, 1997) [53]

Bei einem modernen Verfahren, daß über kein erhöhtes Risiko im Vergleich mit einem etablierten Verfahren (lumbale PDA) verfügt (Grant et al, 1993; Metha et al, 1999; Nolte H, 1997) [24,50,53], ist man stets auf der Suche nach geeigneten Einsatzfeldern. Nachdem es zu Beginn lediglich als Analgesieverfahren genutzt wurde, ist es inzwischen als

vollwertiges Anästhesieverfahren anerkannt, durch Zugewinn an Erfahrungen auch in Bereichen, in denen es vor Jahren noch nicht denkbar gewesen wäre (z. B. Bypass-Chirurgie unter TEA mit Sedation). Wenn man ein neues Anästhesieverfahren im Einsatz bei einem modernen chirurgischen Verfahren erproben möchte, fällt die Zuordnung der Ergebnisse immer schwer. Welcher Effekt anästhesiologisch, und welcher chirurgisch bedingt ist, kann oft nicht eindeutig beantwortet werden.

Im Hinblick auf die zentrale Frage dieser Arbeit, welchen Einfluß die thorakale Periduralanästhesie bei Patienten, die sich einem minimal-invasiven Bypass unterziehen, auf Atmung und Gasaustausch hat, konnten wir zeigen, daß durch die TEA bei besserer Sauerstoffverwertung eine frühere Extubation möglich war. Eine somit kürzere Beatmungsdauer verringert die Gefahr pulmonaler Komplikationen für den Patienten, macht eine schnellere Mobilisation möglich und bedeutet einen Zugewinn an intensivmedizinischen Kapazitäten.

Die gute analgetische Abdeckung mit TEA machte in unserem Fall nur noch eine leichte Narkose nötig. Ebenso konnte im Verlauf des Eingriffes zumeist auf die Gabe von Muskelrelaxantien verzichtet werden. Hierdurch wurde die frühe Extubation ermöglicht und ein Überhang an Opiaten verhindert. Die in verschiedenen Studien belegten Vorteile der TEA gegenüber anderen Applikationsformen verringern den postoperativen Schmerz bei präoperativer Anlage des Katheters lückenlos und führen neben einer Reduktion des postoperativen Akutschmerzes zu einer Inzidenzverringern des chronischen Postthorakotomieschmerzes. Die hämodynamischen Vorteile durch die Sympathikusblockade resultieren in einer Verringerung des myokardialen Sauerstoffverbrauches, einer Verbesserung der poststenotischen Koronarperfusion und einer Erhöhung der Myokardkontraktilität.

Mit dieser Arbeit konnten also weitere Argumente für den Einsatz der thorakalen epiduralen Anästhesie nicht nur bei kardialen Risikopatienten aufgezeigt werden. Aber gerade diese Patienten müssen sich vermehrt einer Bypassoperation unterziehen. Hier stellt die Kombination aus TEA und MIDCAB ein sicheres und schonendes Vefahren, vor allem für die postoperative pulmonale Funktion, dar.

Die Entwicklung zu schonenderen Anästhesieverfahren durch Einsatz von Regionalanästhesien wie der TEA wird weitergehen und es wurden bereits erste Fälle vorgestellt, in denen der MIDCABG-Eingriff unter TEA und Sedatation, jedoch ohne endotracheale Intubation bei spontanatmendem und wachem Patienten komplikationslos durchgeführt werden konnte (Zenati et al, 2001) [89].

Weitergehende Untersuchungen werden dieses Vorgehen analytisch angehen.

5. Literaturverzeichnis

1. Abd Elrazek E, Scott NB, Vohra A. An epidural scoring scale for arm movements (ESSAM) in patients receiving high thoracic epidural analgesia for coronary artery bypass grafting. *Anaesthesia*, Vol 54, 1999:1097-1109
2. Ancalmo N, Busby JR. Minimally invasive coronary artery bypass surgery: Really minimal? *Ann Thorac Surg*, Vol 64, 1997:928-29
3. Bell S. The correlation between pulmonary function and resting and dynamic pain scores in post-aortic surgery patients. *Anesth Analg*, Vol 72, 1991:18
4. Bimston DN, McGee JP, Liptay MJ, Fry WA. Continuous paravertebral extrapleural infusion for post-thoracotomy pain management. *Surgery*, Vol 126, 1999 :650-57
5. Blalock A, Taussig HB. The surgical treatment of malformations of the heart in which there is pulmonary atresia. *JAMA* Vol 128, 1945:189-202
6. Blomberg S, Emanuelsson H, Kvist H, Lamm C, Pontén J, Waagstein F, Ricksten S-E. Effects of thoracic epidural anesthesia on coronaries and arterioles in patients with coronary artery disease. *Anesthesiology*, Vol 73, 1990:840-847
7. Blomberg S, Emanuelsson H, Ricksten SE. Thoracic epidural anesthesia and central hemodynamics in patients with unstable angina pectoris. *Anesth Analg*, Vol 69, 1989:558-562

8. Brodner G, Meißner A, Rolf N, Van Aken H. Die thorakale Epiduralanästhesie – mehr als ein Anästhesieverfahren. *Anästhesist*, Vol 46, 1997:751-762
9. Calafiore AM, Di Giammarco G, Teodori G, Bosco G, D'Annunzio E, Barsotti A, Meddestra N, Paloscia L, Vitolla G, Sciarra A, Fino C, Contini M. Left anterior descending coronary artery grafting via left small thoracotomy without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg*, Vol 61, 1996:1658-65
10. Collins HA, Harberg FJ, Soltero LR et al. Cardiac surgery in the newborn: experience with 120 patients under one year of age. *Surgery Vo*, 45, 1959:506-519
11. Cooley DA, Frazier OH. The past 50 years of cardiovascular surgery. *Circulation Vol* 102, 2000:IV-87-IV-93
12. Dajczman E, Gordon A, Kreisman H, Wolkove N. Long-term postthoracotomy pain. *Chest*, Vol 99, 1991:270-74
13. Davies RF, Deboer LW, Maroko PR. Thoracic epidural analgesia reduces myocardial infarction after coronary occlusion in dogs. *Anesth Analg*, Vol 65, 1986:711-717
14. DelRizzo DF, Boyd WD, Vowick RJ, McKenzie FN, Desai ND, Menkis AH. Safety and cost-effectiveness of MIDCABG in high-risk CABG patients. *Ann Thorac Surg*, Vol 66, 1998:1002-07
15. DeWall RA, Warden HE, Read RC, et al. A simple, expendable, artificial oxygenator for open heart surgery. *Surg Clin North Am*. Vol 36, 1956:1025-34

16. Diegeler A, Matin M, Falk V, Binner C, Walther T, Autschbach R, Mohr FW. Indication and patient selection in minimally invasive and „off-pump“ coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg*, Vol 16 (1), 1999:S79-S82
17. Dureuil B, Viires N, Canineau JP, Aubier M, Desmonts JM. Diaphragmatic contractility after upper abdominal surgery. *J Appl Physiol*, Vol 61, 1986:1775-80
18. el Baz N, Goldin M. Continuous epidural infusion of morphine for pain relief after cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg*, Vol 93, 1987:878-883
19. Fawcett WJ, Edwards RE, Quinn AC, MacDonald IA, Hall GM. Thoracic epidural analgesia started after cardiopulmonary bypass. Adrenergic, cardiovascular and respiratory sequelae. *Anesthesia*, Vol 52, 1997:294-99
20. Gibbon JH. Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery. *Minn Med* Vol 37, 1954:171-180
21. Glenville B. Minimally invasive cardiac surgery. *BMJ*, Vol 319, 135-6
22. Gogarten W, Van Aken H. A Century of Regional Analgesia in Obstetrics. *Anesth Analg* ,Vol 91, 2000:773-5
23. Gramling-Babb PM, Zile MR, Reeves ST. Preliminary report on high thoracic epidural analgesia: Relationship between its therapeutic effects and myocardial blood flow as assessed by stress thallium distribution. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, Vol 14 (6), 2000:657-61

24. Grant GJ, Zakowski M, Ramanathan S, Boyd A, Turndorf H. Thoracic versus lumbar administration of epidural morphine for postoperative analgesia after thoracotomy. *Reg-Anesth*, Vol 18(6), 1993:351-5
25. Groban L, Dolinski SY, Zvara DA, Oaks T. Thoracic epidural analgesia: Its role in postthoracotomy atrial arrhythmias. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, Vol 14 (6), 2000:662-665
26. Gruentzig AR, Senning A, Siegenthaler WE. Nonoperative dilatation of coronary-artery stenosis: percutaneous transluminal coronary angioplasty. *N Engl J Med*. Vol 301, 1979:61-68
27. Guinard JP, Mavrocordato P, Chiolero P, et al. A randomized comparison of intravenous versus lumbar and thoracic epidural fentanyl for analgesia after thoracotomy. *Anesthesiology*, Vol 77, 1992:1108-15
28. Harken DE, Soroff HS, Taylor WJ, et al. Partial and complete prostheses in aortic insufficiency. *J Thorac Cardiovasc Surg*. Vol 40, 1960:744-62
29. Harken DE. Foreign bodies in, and in relation to, thoracic blood vessels and heart, I techniques for approaching and removing foreign bodies from chambers of heart. *Surg Gynecol Obstet* Vol 83, 1946:117-125
30. Heck M, Fresenius M. *Repititorium Anästhesiologie*, 2. Auflage, 1999:163-183
31. Heller AR, Litz RJ, Djonlgic I, Manseck A, Koch T, Wirth MP, Albrecht D-M. Kombinierte Anästhesie mit Epiduralkatheter. *Anästhesist*, Vol 49, 2000:949-59

32. Kalso E, Perttunen K, Kaasinen S. Pain after thoracic surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*, Vol 36, 1992:96-100
33. Kaplan JA: *Thoracic Anesthesia*. New York, NY, Churchill-Livingstone, 1983
34. Katz J, Jackson M, Kavanagh BP, Sandler AN. Acute pain after thoracic surgery predicts long-term post-thoracotomy pain. *Clin J Pain*, Vol 12, 1996:50-55
35. Kessler P, Lischke V, Westphal K. Anästhesiologische Besonderheiten bei minimal-invasiver Herzchirurgie. *Anästhesist*, Vol 49, 2000:592-608
36. Kirklin JW, DuShane JW, Patrick RT. Intracardiac surgery with the aid of a mechanical pump-oxygenator system (gibbon type): report of eight cases *Mayo Clin Proc*, Vol 30, 1955:201-06
37. Kirnö K, Friberg P, Grzegorczyk A, Milocco I, Ricksten S-E, Lundin S. Thoracic epidural anesthesia during coronary artery bypass surgery: effects on cardiac sympathetic activity, myocardial blood flow and metabolism, and central hemodynamics. *Anesth Analg*, Vol 79, 1994:1075-81
38. Kock M, Blomberg S, Emanuelson H, Lomsky M, Strömblad S-O, Ricksten S-E. Thoracic epidural anesthesia improves global and regional left ventricular function during stress-induced myocardial ischemia in patients with coronary artery disease. *Anesth Analg*, Vol 71, 1990:625-30

39. Leclerc D, Laborde F, Payen D, Fratacci MD, Dupuy P. Pontage coronaires sans circulation extra-corporelle (CEC): Monitoring continu de la fraction d'épaissement systolique du ventricule gauche chez l'homme. *Ann Fr Anesth Reanim*, Vol 8 Suppl, 1989:R105
40. Liem TH, Booij LH, Gielen MJ, Hasenbos MAWM, Egmond J van. Coronary artery bypass grafting using two different anesthetic techniques: part 3: adrenergic responses. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, Vol 6, No 2 (April), 1992:162-167
41. Liem TH, Hasenbos MAWM, Booij LHDJ, Gielen MJM. Coronary Artery Bypass Grafting Using Two Different Anesthetic Techniques: Part 2: Postoperative Outcome. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, Vol 6, No 2 (April), 1992:156-161
42. Lillehei CW. Controlled cross circulation for direct-vision intracardiac surgery: correction of ventricular septal defects, atrioventricularis communis, and tetralogy of Fallot. *Postgrad Med J*. Vol 1 1955:388-96
43. Locke TJ, Griffiths TL, Moul H, Gibson GJ. Rib cage mechanics after median sternotomy. *Thorax*, Vol 45, 1990:465-68
44. Loick HM, Schmidt Ch, Van Aken H, Junker R, Erren M, Berendes E, Rolf N, Meißner A, Schmid Ch, Scheld HH, Möllhoff Th. High thoracic epidural anesthesia, but not clonidine, attenuates the perioperative stress response via sympatholysis and reduces the release of troponin T in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *Anesth Analg*, Vol 88, 1999:701-9
45. Ludwig C, Schmidt A. Das Verhalten der Gase, welche mit Blut durch die reizbaren Säugetiermuskeln strömen. *ARB Physiol Annst Leipz*, Vol 3, 1869:1-61

46. Magovern JA, Benckart DH, Landreneau RJ, Sakert T, Magovern GJ. Morbidity, cost, and six-month outcome of minimally invasive direct coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg*, Vol66, 1998:1224-29
47. Mariani MA, Boonstra PW, Grandjean JG. Minimally invasive coronary surgery: fad or future? *BMJ*, Jan 10, Vol 316, 1998:88
48. Mason N, Gondret R, Junca A, Bennet F. *Br J Anaesth*, Vol 86, 2001:236-40.
49. Meißner A, Rolf N, Van Aken H. Thoracic Epidural Anesthesia and the Patient with Heart Disease: Benefits, Risks, and Controversies. *Anesth Analg*, Vol 85, 1997:517-528
50. Metha Y, Juneja R, Madhok H, Trehan N. Lumbar versus thoracic epidural buprenorphine for postoperative analgesia following coronary artery bypass graft surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*, Vol 43, 1999:388-393
51. Mirhoseini M, Shelgikar S, Cayton MM. New concepts in revascularization of the myocardium. *Ann Thorac Surg*, Vol 45, 1998:415-20
52. Müllejans B, Rolf N, Möllhoff T, Tjan D, Scheld H H, Van Aken H, Loick H M. Anästhesie zur minimal invasiven Koronarchirurgie ohne Einsatz der extrakorporalen Zirkulation. *Anästhesiol. Intensivmed: Notfallmed.Schmerzther* Vol 32, 1997:708-714
53. Nolte H. Die thorakale Epiduralanästhesie – noch immer strittig? *Anästhesist*, Vol 47, 1997:749-750

54. O'Higgins F, Tuckey JP. Thoracic epidural anaesthesia and analgesia: United Kingdom practice. *Acta Anaesthesiol Scand*, Vol 44, 2000:1087-92
55. Obata H, Saito S, Fujita N, et al. Epidural block with mepivacaine before surgery reduces long-term post-thoracotomy pain. *Can J Anaesth*, Vol 46, 1999:1127-32
56. Oka T, Ozawa Y, Ohkubo Y. Thoracic epidural bupivacaine attenuates supraventricular tachyarrhythmias after pulmonary resection. *Anesth Analg*, Vol 93, 2001:253-9
57. Perttunen K, Nilsson E, Heinonen J, Hirvisalo EL, Salo JA, Kalso E. Extradural, paravertebral and intercostal nerve blocks for post-thoracotomy pain. *Br J Anaesth*, Vol 75 (5), 1995:541-47
58. Perttunen K, Tasmuth T, Kalso E. Chronic pain after thoracic surgery: a follow-up study. *Acta Anaesthesiol Scand*, Vol 43, 1999:563-67
59. Possati G, Gaudino M, Alessandrini F, Zimarino M, Glieca F, Luciani N. Systematic clinical and angiographic follow-up of patients undergoing minimally invasive coronary artery bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg*, Vol 115, 1998:785-90
60. Reichenspurner H, Boehm DH, Welz A, Reichert B. Minimal-invasive Herzchirurgie – eine Modeerscheinung oder ein klinisch anerkanntes Therapieverfahren? *Z Kardiol*, Vol 87, 1998:594-603
61. Reichenspurner H, Boehm DH, Welz A, Schmitz C, Wildhirt S, Schulze C, Meiser B, Schütz A, Reichart B. Minimally invasive coronary artery bypass grafting: Port-access approach versus off-pump techniques. *Ann Thorac Surg*, Vol 66, 1998:1036-40

62. Rolf N, Van de Velde M, Wouters PF, Möllhoff T, Weber TP, Van Aken HK. Thoracic epidural anesthesia improves functional recovery from myocardial stunning in conscious dogs. *Anesth Analg*, Vol83, 1996:935-40
63. Rosenberg J, Rosenberg-Adamsen S, Kehler H. Post-operative sleep disturbance: causes, factors and effects on outcome. *Eur J Anaesthesiol*, Vol 12, 1995:28-30
64. Rosenberg J, Wildschiodtz G, Pedersen MH, Jessen F, v Kehlet H. Late postoperative nocturnal hypoxaemia and associated sleep pattern. *Br J Anaesth*, Vol 72, 1994:145-150
65. Royse CF, Royse AG, Soeding PF. Routine immediate extubation after cardiac operation: a review of our first 100 Patients. *Ann Thorac Surg*, Vol 68, 1999:1326-29
66. Saada M, Catoire P, Bonnet F, Delaunay L, Gormezzano G, Macquin Mavier I, Brun P. Effect of thoracic epidural anesthesia combined with general anesthesia on segmental wall motion assessed by transesophageal echocardiography. *Anesth Analg*, Vol 75, 1992:329-335
67. Schmid C, Scheld HH. Trends and strategies for myocardial revascularization. *Thorac cardiovasc Surgeon*, Vol 44, 1996:113-117

68. Schumpelick V, Bleese NM, Mommsen U, Chirurgie, 4. Auflage, 1999:666-669
69. Sentürk M, Özcan PE, Talu GK, Kiyani E, Camci E, Özyalcin S, Dilege S, Pembeci K. The effects of three different analgesia techniques on long-term postthoracotomy pain. *Anesth Analg*, Vol 94, 2002:11-15
70. Sharples LD, Caine N, Schofield P M, Shapiro LM, Dunning J, Wallwork J. Randomised trials of new surgical procedures are necessary. *Heart*, Vol 81, 1999:100-101
71. Shenkman Z, Shir Y, Weiss YG, Bleiberg B, Gross D. The effects of cardiac surgery on early and late pulmonary functions. *Acta Anaesthesiol Scand*, Vol 41, 1997:1193-99
72. Slinger P, Shennib H, Wilson S. Postthoracotomy Pulmonary Function: A Comparison of Epidural Versus Intravenous Meperidine Infusions. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, Vol 9, No 2 (April), 1995:128-134
73. Sones FM, Shirey EK. Cine coronary arteriography. *Mod Concepts Cardiovasc Dis*, Vol 31, 1962:735-38
74. Spence AA, Smith G. Postoperative analgesia and lung function: a comparison of morphine with extradural block. *Br J Anaesth*, Vol 43, 1971:144-48
75. Sprecher DL. From heart surgery to prevention. *Am J Cardiol*, Vol 82, 1998:66T-71T
76. Stammers AH. Historical aspects of cardiopulmonary bypass: From Antiquity to acceptance. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, Vol11 (3), 1997:266-74

77. Starr A. Total mitral replacement: fixation and thrombosis Surg Forum, Vol 11, 1960:258-60
78. Stenseth R, Bjella L, Berg EM, Christensen O, Levang OW, Gisvold SE. Effects of thoracic epidural analgesia on pulmonary function after coronary artery bypass surgery. Cardio-thorac Surg, Vol 10, 1996:859-865
79. Stenseth R, Bjella L, Berg EM, Christensen O, Levang OW, Gisvold SE. Thoracic epidural analgesia in aortocoronary bypass surgery. II: Effects on the endocrine metabolic response. Acta Anaesthesiol Scand, Vol 38:834-39
80. Sundberg A, Wattwill M, Arvill A. Acta Anaesthesiol Scand, Vol 30, 1986:215-217
81. Tenling A, Joachimsson P-O, Tydén H, Hedenstierna G. Thoracic epidural analgesia as an adjunct to general anaesthesia for cardiac surgery. Acta Anaesthesiol Scand, Vol 44, 2000:1071-76
82. Vandermeulen E, Gogarten W, Van Aken H. Risiken und Komplikationsmöglichkeiten der Periduralanästhesie. Anästhesist, Vol 46 (Suppl 3), 1997:S179-86
83. Walther T, Falk V, Metz S, Diegeler A, Batellini R, Autschbach R, Mohr FW. Pain and quality of life after minimally invasive versus conventional cardiac surgery. Ann Thorac Surg, Vol 67, 1999:1643-47
84. Weinschelbaum E, Rodríguez C, Cabello ML, Santos AD, Machain A, Bertolotti A, Fraguas H. Left anterior descending coronary artery bypass grafting through minimal thoracotomy. Ann Thorac Surg, Vol 66, 1998:1008-11

85. Wittwer T, Cremer J, Wahlers T, Mügge A, Heublein B, Pethig K, v. Leitner E-R, Hepp A, Wehr M, Drexler H, Haverich A. Hybrid-Verfahren zur Myokardrevaskularisation: Stellenwert der Kombination von minimal-invasiver Bypassstechnik (MIDCABG) mit interventioneller Therapie (PTCA). Z Kardiologie, Vol 88, 1999:481-488
86. Wu CL, Jani ND, Perkins FM, Barquist E. Thoracic epidural analgesia versus intravenous patient-controlled analgesia for the treatment of rib fracture pain after motor vehicle crash. J Trauma, Vol 47 (3), 1999:564-67
87. Wulf H. Kombination von thorakaler Epiduralanästhesie und Allgemeinanästhesie. Anästhesist, Vol 48, 1999:357-58
88. Wulf H. Thrombembolieprophylaxe und rückenmarksnahe Regionalanästhesie. Bericht von der Sitzung des wissenschaftlichen Arbeitskreises „Regionalanästhesie“ der DGAI, DAK Hamburg. Anästhesiologie Intensivmedizin, Vol 36, 1995:219-17
89. Zenati MA, Paiste J, Williams JP, Strindberg G, Dumouchel JP, Griffith BP. Minimally invasive coronary bypass without general endotracheal anesthesia. Ann Thorac Surg, Vol 27, 2001:1380-02
90. Zuhdi N, McCollough B, Carey J, et al. Hypothermic perfusion for open heart surgery procedures: report of the use of a heart lung machine primed with five percent dextrose in water including hemodilution. J Int Coll Surg, Vol 35, 1961:319-26

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1	Übersicht der Biodaten	13
Abbildung 2	Herzfrequenzverlauf (MIDCABG)	21
Abbildung 3	Mittlerer arterieller Druckverlauf (MIDCABG)	22
Abbildung 4	Herz-Index (MIDCABG)	22
Abbildung 5	Zentral venöser Druck (MIDCABG)	23
Abbildung 6	Systemvaskulärer Widerstandsindex (Tabelle)	23
Abbildung 7	Systemvaskulärer Widerstandsindex (Graphik)	24
Abbildung 8	Suprarenin (MIDCABG)	25
Abbildung 9	Laborwerte	26
Abbildung 10	Hämoglobin (MIDCABG)	28
Abbildung 11	Hämatokrit (MIDCABG)	28
Abbildung 12	Inspirative Sauerstoffkonzentration (MIDCABG)	29
Abbildung 13	Arterieller Sauerstoffpartialdruck (MIDCABG)	30
Abbildung 14	Arterielle Sauerstoffsättigung (MIDCABG)	30
Abbildung 15	Intraoperativer Sufenta – Verbrauch	31
Abbildung 16	Intraoperativer Disoprivan – Verbrauch	31
Abbildung 17	Dauer des Aufenthaltes auf der PAS (MIDCABG)	31
Abbildung 18	Dauer der Nachbeatmung (MIDCABG)	32
Abbildung 19	OP-Zeit / Anästhesiedauer (MIDCABG)	32
Abbildung 20	Piritramidverbrauch (MIDCABG)	33
Abbildung 21	Piritramidverbrauch (MIDCABG)	33
Abbildung 22	Visuelle analoge Schmerzskala (MIDCABG)	34
Abbildung 23	Forcierte Vitalkapazität (MIDCABG)	34
Abbildung 24	Funktionelles expiratorisches Volumen (MIDCABG)	35
Abbildung 25	Herzfrequenz (CABG)	36
Abbildung 26	Mittlerer arterieller Druck (CABG)	37
Abbildung 27	Systemischer vaskulärer Widerstandsindex	38
Abbildung 28	Pulmonaler vaskulärer Widerstandsindex	38
Abbildung 29	Laktat (CABG)	39
Abbildung 30	Kreatininkinase CK (CABG)	39
Abbildung 31	Kreatininkinase CK-MB (CABG)	40
Abbildung 32	Glutamat-Oxalazetat-Transaminase (CABG)	40
Abbildung 33	Glutamat-Pyruvat-Transaminase (CABG)	41
Abbildung 34	Hämoglobin (CABG)	41
Abbildung 35	Hämatokrit (CABG)	42
Abbildung 36	Visuelle analoge Schmerzskala	43

Abbildung 37	Sufentanil- und Disoprivan-Verbrauch	44
Abbildung 38	Sufentanil- und Disoprivan-Verbrauch	44
Abbildung 39	Anteil der OP-Zeit an der Anästhesiedauer	45
Abbildung 40	PAS-Verweildauer / Nachbeatmungsdauer	45
Abbildung 41	Katecholamine (CABG)	46

Lebenslauf

Name: Wilde
Vorname: Erik
Geburtsdatum: 09.01.1973 in Münster/Westfalen

1979 - 1983 Don-Bosco Grundschule, Münster
1983 - 1992 Johann-Conrad Schlaungymnasium, Münster, Abitur
1993 Beginn des Studiums der Humanmedizin an der Westfälischen Wilhelmsuniversität Münster
1996 Physikum
1996 13th International Epidemiology Summer School
1997 1. Staatsexamen
1997 - 1998 Erasmus-Stipendium an der Universität Nantes, Frankreich
1999 2. Staatsexamen
2000 Beginn des Praktischen Jahres
1. Tertial: Anästhesie und Intensivmedizin an der Universität Nantes, Frankreich
2. Tertial: Chirurgie, Universitätsklinik Münster
3. Tertial: Innere Medizin an der Universität Nantes, Frankreich
2001 3. Staatsexamen
2001 - 2003 Arzt im Praktikum in der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Direktor: Prof. Dr. med. J. M. Rueger
Seit 3/2003 Assistenzarzt in der Klinik für Chirurgie des Städtischen Krankenhaus Lüneburg
Direktor: Prof. Dr. med. A. Schafmayer

Lüneburg, 10. Oktober 2003

Danksagung

Obwohl diese Arbeit „selbständig“ und „ohne fremde Hilfe“ angefertigt wurde, hätte sie ohne die Unterstützung vieler nicht erstellt werden können.

Besonders danken möchte ich Herrn Prof. Dr. med. H. M. Loick für die Überlassung des Themas und fachliche Beratung bei der Durchführung der Messungen. Im gesamten Zeitraum der Erstellung dieser Arbeit gaben die gute und kontinuierliche Betreuung Motivation und Sicherheit. Hierbei hat die größere räumliche Distanz eher belebend gewirkt.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. med. H. van Aken, in dessen Klinik diese Arbeit erstellt wurde und dessen Mitarbeiter bei der intraoperativen Datenerhebung stets hilfsbereit zur Seite standen.

Diese Dissertation fand statt in Zusammenarbeit mit der Klinik und Poliklinik für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. med. H. H. Scheld. Für die gute Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern seiner Klinik, besonders Herrn Priv.-Doz. Dr. med. T. D. T. Tjan, bin ich sehr verbunden.

Meine Eltern, Brüder und Freunde, die mich auf Ihre Art ermutigten und gleichzeitig meine ehrlichsten Kritiker waren, haben so erheblich zur Fertigstellung beigetragen.

Den vielen Ungenannten, die mit Rat und Tat schier unerlässlich bei der Vollendung mitwirkten, kann ich nicht genug danken.

ERKLÄRUNG

Ich gebe hiermit die Erklärung ab, daß ich die Dissertation mit dem Titel:

„Einsatz der Peridural-Anästhesie bei Patienten, die sich einem minimal-invasiven
Bypass unterziehen
- Einfluß auf Atmung und Gasaustausch -

in der/im (Klinik, Institut, Krankenanstalt):

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin
Direktor: Univ. Prof. Dr. med. H. van Aken
Universitätsklinikum Münster

unter der Anleitung von:

Herrn Prof. Dr. med. H. M. Loick

1. selbständig angefertigt,
2. nur unter Benutzung der im Literaturverzeichnis angegebenen Arbeiten angefertigt und sonst kein anderes gedrucktes oder ungedrucktes Material verwendet,
3. keine unerlaubte fremde Hilfe in Anspruch genommen,
4. sie weder in der gegenwärtigen noch in einer anderen Fassung einer in- oder ausländischen Fakultät als Dissertation, Semesterarbeit, Prüfungsarbeit, oder zur Erlangung eines akademischen Grades, vorgelegt habe.

Anschrift:

Erik Wilde
Schubertweg 13a

21391 Lüneburg

Ort, Datum Unterschrift