

# Entwicklung eines minimierten EKZ-Systems nach klinikspezifischen Aspekten

## ZUSAMMENFASSUNG

Geschlossene Perfusionssysteme mit reduzierter Fremdoberfläche und geringem Priming haben positive Auswirkungen auf das operative Gesamtergebnis. In Verbindung mit Mini-Bypass-Systemen kommt meistens Blutkardioplegie nach Calafiore [1] zur Anwendung. In unserer Klinik wurde ein minimiertes EKZ-System nach spezifischen Anforderungen entwickelt, das ein schnelles Konvertieren und verschiedene Arten der Myokardprotektion ermöglicht. In dieser Studie wurden die Vorteile eines minimierten Systems bei Patienten untersucht, die sich einer aortokoronaren Bypassoperation am kardioplegisch stillgestellten Herzen unterzogen.

## SCHLÜSSELWÖRTER

Minimiertes EKZ-System, beschichtet, konvertieren

## SUMMARY

Closed low-prime ECC with a reduced surface have a positive influence on the surgical outcome. Most minimized systems work with Calafiore blood cardioplegia. We developed a new minimized ECC that gives the possibility to convert very quickly and to use different kinds of cardioplegia. This study examines the benefits for patients having bypass surgery using this minimized ECC.

## KEY WORDS

Minimized ECC, coating, convert

## Einleitung

In den letzten Jahren werden zunehmend mehr Patienten mit minimierten extrakorporalen Verfahren operiert (MECC, ECCO etc.). Inzwischen werden am Markt eine Anzahl unterschiedlicher Systeme angeboten. Allen gemeinsam sind eine deutliche Verminderung des Füllvolumens und ein geschlossener Systemkreislauf.

An unserer Klinik hat eine konsequente Weiterentwicklung von minimierten EKZ-Systemen seit 1999 stattgefunden. Operationen am offenen Herzen werden patientenspezifisch mit unterschiedlichen minimierten EKZ-Systemen durchgeführt.

Unser derzeitiger Stand von minimierten Systemen ist das EKZ-System Primini.

Alle veröffentlichten retrospektiven Untersuchungen zeigen, dass sich negative Effekte der EKZ wie Hämolyse, Hämodilution, Gerinnungsstörungen, neurologische Defizite sowie systemische inflammatorische Reaktionen deutlich reduzieren lassen [2, 3].

## PATIENTEN UND METHODIK

Im Zeitraum von Mai 2006 bis Oktober 2006 wurden 60 Patienten, die sich einer elektiven aortokoronaren Bypassoperation (ACB) unterzogen, in die Untersuchung eingeschlossen (Primini-Gruppe und Standard-Gruppe). Ausgeschlossen wurden Notfälle, Re-Operationen und Kombinationseingriffe.

Alle Operationen wurden von demselben Operateur durchgeführt.

## EKZ und Systembeschreibung

In beiden Gruppen wurden die Patienten mit 300 IU/kg/KG heparinisiert, die Antikoagulation mittels ACT-Gerät (Hepcon, Medtronic) überwacht und während der EKZ über 400 sec gehalten. Die Perfusion wurde in beiden Gruppen normotherm durchgeführt. Volumenverschiebungen konnten durch die Gabe von Vasodilatoren bzw. Vasokonstriktoren durch den Kardiotechniker vorgenommen werden. Durch die Verabreichung von NTG wurde ein venöses Pooling erreicht. Kam es zu starkem Blutdruckabfall während der EKZ, wurde dem durch die Gabe von Noradrenalin entgegengewirkt.

Die Kardioplegie wurde über eine Doppelkopf-Rollerpumpe (S5, Stöckert) druck- und volumengesteuert verabreicht.

Das geschlossene Primini-System besteht aus einer Zentrifugalpumpe (Revolution, Cobe), einem Oxygenator (EOS, Dideco) und einer Blasenfalle zur Reduktion von Mikroblasen in der arteriellen Linie (DBT, Kardialgut) [4] (Abb. 1).

Die Systemfüllung und die Fremdoberfläche sind minimiert (Abb. 2).

Das geschlossene System beinhaltet zwar ein Reservoir, das aber während der extrakorporalen Zirkulation (EKZ) komplett vom Blutfluss ausgeschlossen wird. Deshalb kommt es bei der Anwendung dieses Systems zu keinem Blut-Luft-Kontakt.

Das Priming beträgt ca. 420 ml, unter Verwendung von retrogradem autologen Priming (RAP) konnte das Primingvolumen auf 350 ml reduziert werden. [5]

Als Standard-EKZ-System setzen wir ein offenes, vorkonnetiertes Komplettsystem (Avant, Dideco) mit Rollerpumpe ein. Das Primingvolumen beträgt hier 1050 ml.

Beide Systeme sind komplett beschichtet (Phosphorylcholin PC, Dideco) [6].

In der Primini-Gruppe wurde das intraoperative Saugerblut im Kardiotomiereservoir (D 970, Avant Dual Reservoir, Dideco) in der oberen geschlossenen Kammer gesammelt und somit von der Zirkulation ausgeschlossen. Joharchi und Mitarbeiter verglichen inflammatorische Parameter bei Patienten mit elektiver ACB-Operation, deren Saugerblut retransfundierte bzw. verworfen wurde. Klinisch konnte man keine Unterschiede feststellen [7]. Bei Bedarf kann das gesammelte Volumen durch den aktiven Sog der Zentrifugalpumpe über einen 40-µm-Filter (Goccia Micro, Dideco) in den Perfusionskreislauf rückgeführt werden (siehe Abb. 2).

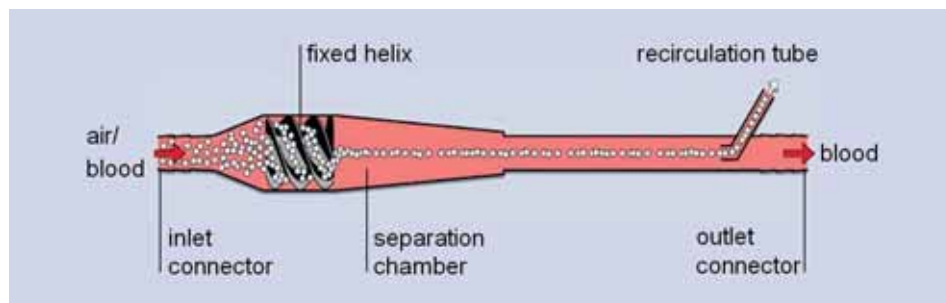


Abb. 1: Dynamic Bubble Trap

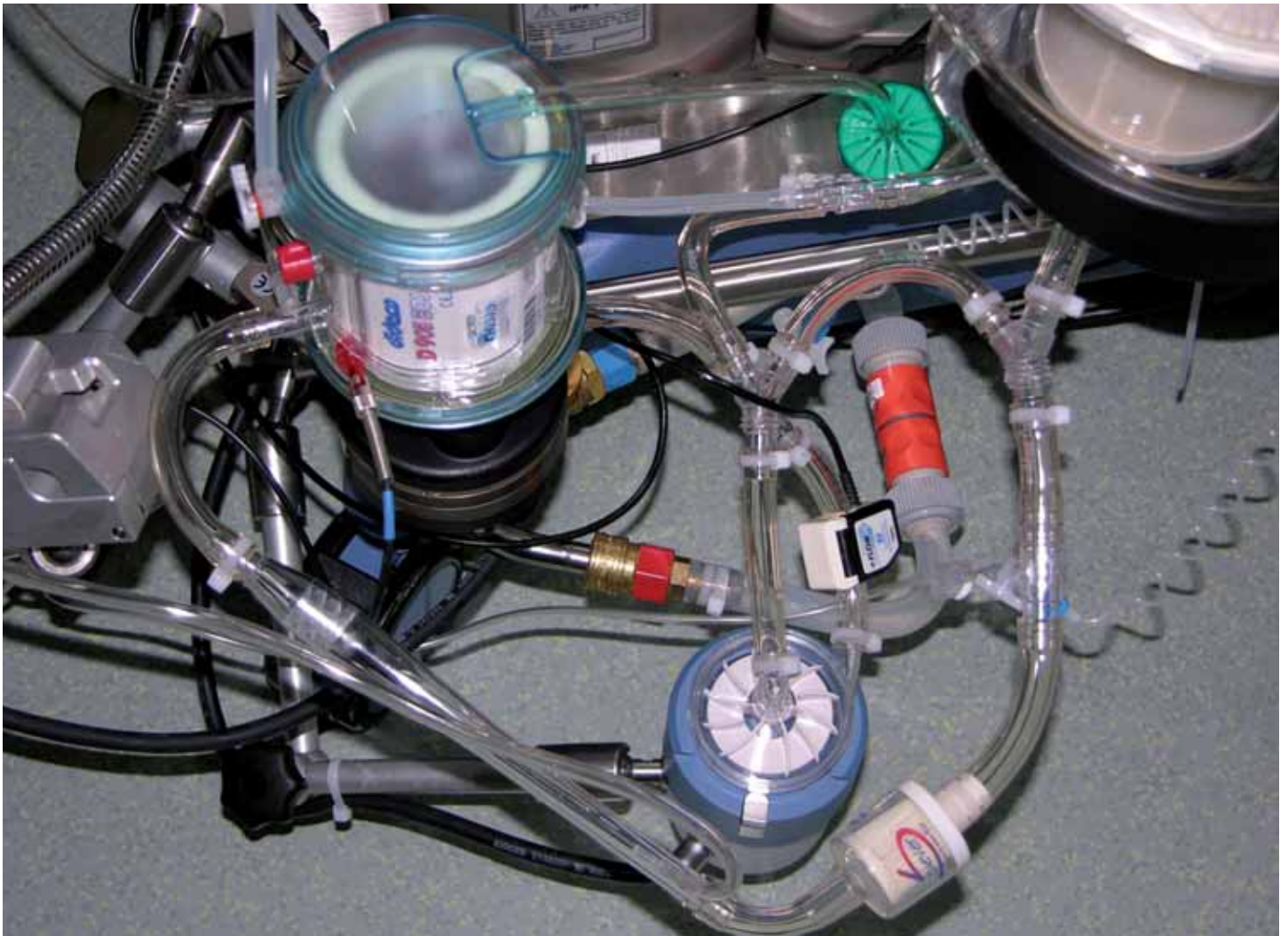


Abb. 2: Systemaufbau

Dieses minimierte Perfusionssystem ermöglicht im Vergleich zu herkömmlichen Systemen eine volumen- und druckkonsantere Perfusion, d. h., es befindet sich nur

noch eine kleine Menge des Patientenblutvolumens extrakorporal.

Weitere positive Effekte sind u. a. eine deutliche Reduktion der systemischen He-

parinisierung und eine Verbesserung der Organperfusion.

Wie man auf der Zeichnung (Abb. 3) erkennen kann, findet die EKZ minimiert statt (rote Linien und Pfeile).

Die anderen Schläuche (blaue Linien) sind mit Priminglösung luftblasenfrei vorgefüllt, abgeklemmt und nehmen an der EKZ nicht teil.

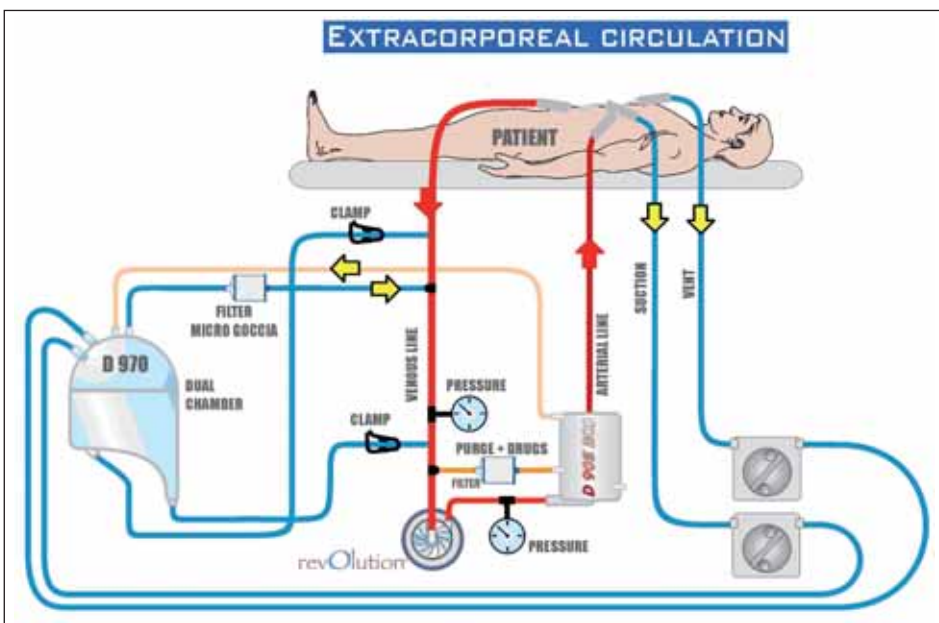


Abb. 3: Schematische Darstellung des geschlossenen Primini-Systems (rot) mit Erweiterungsmöglichkeit zum offenen System (blau)

#### Systemapplikation bei

- ACB mit kardioplegischem Herzstillstand
- Linksherzbypass (thorakale Aneurysmen)
- ACB „Beating Heart“
- ACB bei HIT
- Aortenklappenersatz
- Wiedererwärmung nach FASTERtrinken
- Cardiac Life Support CLS
- kardiologische Intervention
- extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO)

#### Besonderheiten des Systems

Das Besondere am Primini-System ist, dass man im Gegensatz zu anderen Mini-Systemen bei Komplikationen oder Änderung

	Standard-Gruppe	Primini-Gruppe
ACB	3,11 ± 0,57	3,21 ± 0,77
Geschlecht	13,3 % ♀, 86,6 % ♂	19,9 % ♀, 79,9 % ♂
KOF	2,00 m <sup>2</sup> ± 0,18	1,90 m <sup>2</sup> ± 0,13
Euroscore	5,3	6,8
Zu erwartende Mortalität	5,9 %	7,8 %
EKZ-Dauer	87,7 min ± 18,4	84,2 min ± 23,7
Klemmzeit	67,1 min ± 16,7	64 min ± 19,1
Reperfusion	17,6 min ± 5,1	17,7 min ± 5,9
Kardioplegie	Eppendorf	Eppendorf
Kardioplegiemenge	355 ml ± 75,8	340 ml ± 65,7
Magnesiumaspartat	150 ml	150 ml
Fremdblut	nein	nein
Drainageblut	238 ml/24 h ± 130,3	203 ml/24 h ± 69,8
Aprotinin	1 Mio. IE	1 Mio. IE
Primingvolumen	1050 ml	350 ml
Oxygenator	D 903 Avant phisio	D 905 EOS phisio

Tab. 1: Demografische, operative und postoperative Daten

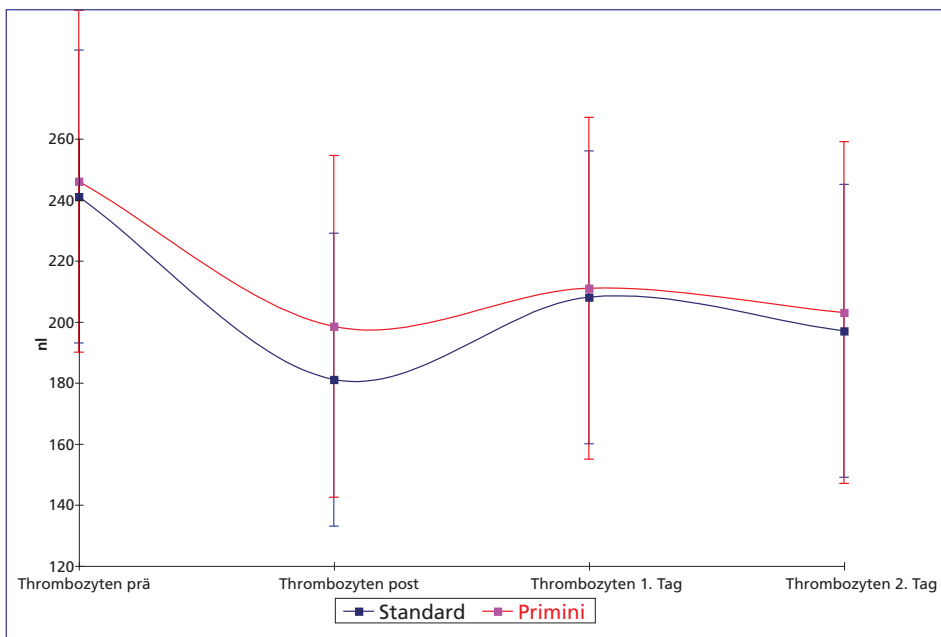


Abb. 4: Thrombozytenverlauf

der OP-Strategie jederzeit durch Öffnen zweier Klemmen auf ein normales EKZ-System konvertieren kann. Dadurch ist für den Patienten in jeder Phase der Operation maximale Sicherheit gewährleistet.

#### Myokardprotektion

In beiden Gruppen kam kristalline Eppendorf-Kardioplegie [8] zur Anwendung. Der

diastolische Herzstillstand erfolgte durch die Gabe von Magnesiumaspartat. Die Myokardprotektion wurde bei allen Operationen antegrad durchgeführt.

#### Klinische Parameter

Neben den prä-, peri- und postoperativen Parametern verglichen wir die postoperative Blutungsmenge, die Beatmungsdauer

postoperativ und den Drainageblutverlust während der ersten 24 Stunden nach OP.

#### ERGEBNISSE

In beiden Gruppen waren sowohl die demografischen Patientendaten als auch die operativen Daten ähnlich (Tab. 1).

Im Gruppenvergleich ergaben sich signifikante Unterschiede bei folgenden Parametern: Der Thrombozyten- und Hämoglobinverlauf (Abb. 4 + 5) lagen in der Primini-Gruppe deutlich über, der Fibrinogenverlauf (Abb. 6) deutlich unter der Standard-Gruppe.

Ausgehend von einem geringeren Hämodilutionsgrad ergaben sich zum Operationsende signifikant höhere Thrombozyten-/Hämoglobinwerte bei deutlich geringerem perioperativen Transfusionsbedarf. Auch bei dem postoperativen Drainageblutverlust (Abb. 7) und der Nachbeatmungszeit (Abb. 8) ergaben sich Unterschiede zugunsten des Primini-Systems. Der CRP (Abb. 9) sowie der Leukozytenverlauf (Abb. 10) ergaben in den beiden Gruppen keinen signifikanten Unterschied.

#### DISKUSSION

Das Primini-System ist ein in der Praxis sicheres und einfach anzuwendendes minimiertes Perfusionssystem. Dieses System stellt nicht nur in der elektiven Koronarchirurgie eine Alternative zum Standard-Perfusionssystem dar, sondern kann bei anderen Eingriffen eingesetzt werden mit vergleichbar besseren Ergebnissen.

Minimierte EKZ-Systeme unterscheiden sich fundamental von der konventionellen EKZ. Sie verfügen über ein deutlich reduziertes Füllvolumen, sind komplett beschichtet und vermeiden jeglichen Blut-Luft-Kontakt. Deshalb ist es nachvollziehbar, dass sie einen geringeren negativen Einfluss auf zelluläre Blutaktivierung haben und die möglicherweise daraus resultierenden Organfunktionsstörungen vermindert werden. Eine zunehmende Zahl von Autoren zeigen, dass sich die Verwendung von komplett beschichteten Systemen, reduziertem Füllvolumen und die Vermeidung des Blut-Luft-Kontaktes günstig auf das klinische Ergebnis für die Patienten auswirken. Beim Einsatz von minimierten EKZ-Systemen ist sowohl von Seiten des Chirurgen als auch des Anästhesisten, aber vor allem auch vom Kardiotechniker eine noch höhere Aufmerksamkeit und Reaktionsbereitschaft erforderlich: Kurz, die Vorteile auf zellulärer und humoraler Ebene sind evident, der Nachteil einer auf-

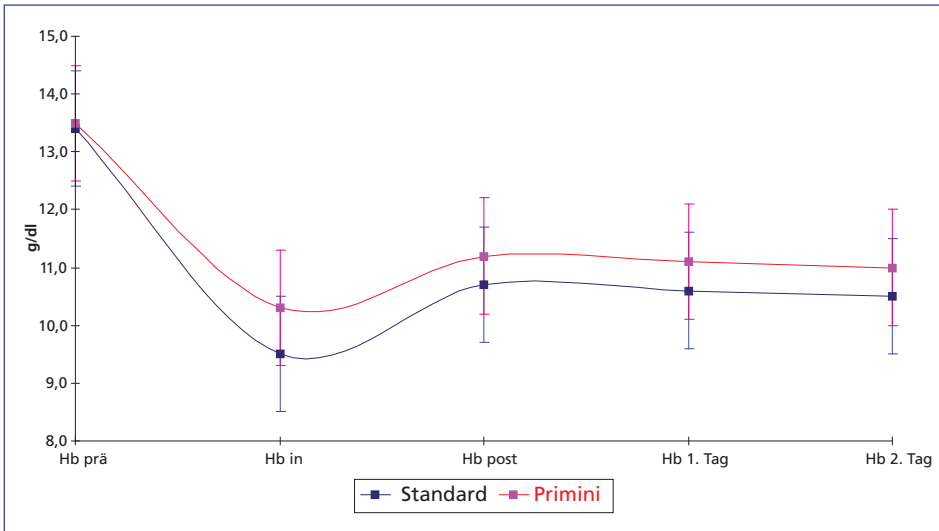


Abb. 5: Hämoglobinverlauf

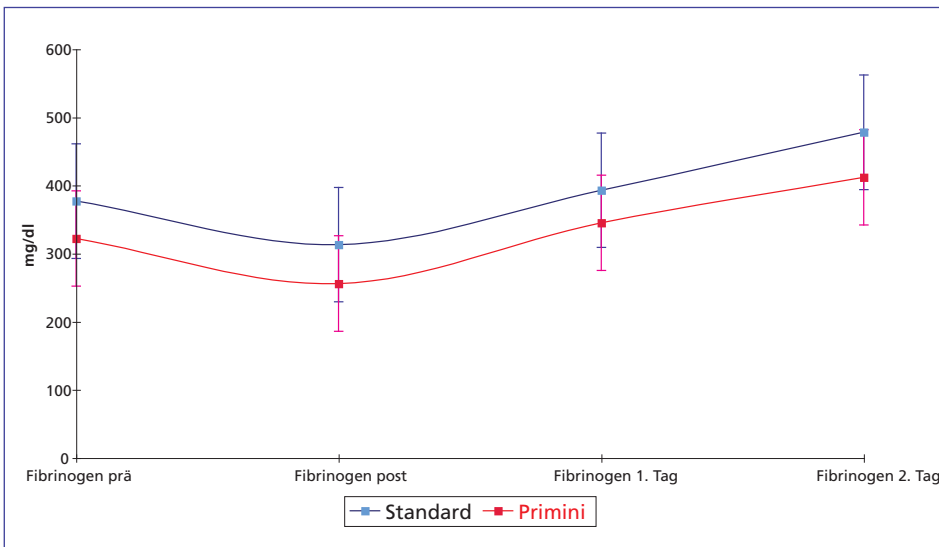


Abb. 6: Fibrinogenverlauf

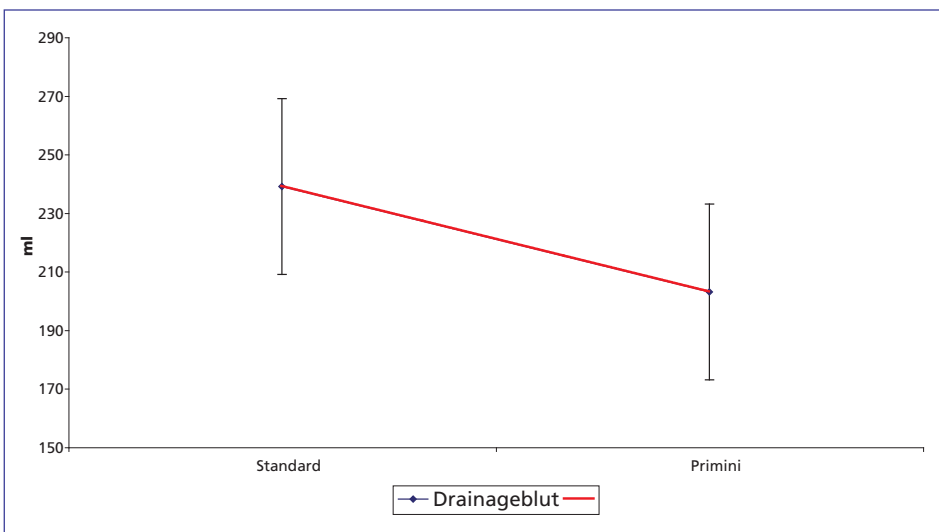


Abb. 7: Drainageblut

wändigeren Handhabung muss durch gute Ausbildung und exzellentes Teamwork im Operationssaal kompensiert werden.

#### LITERATUR

- [1] Calafiore A, Teodori G, Mezzetti A, Bosco G, Verna AM, Di Giammarco G, Lapenna D: Intermittent antegrade warm blood cardioplegia. *Ann Thorac Surg* 1995; 59: 398–402
- [2] Segesser LK v, Tozzi P, Mallbiabrenna I, Jegger D, Horisberger J, Corno A: Miniaturization in cardiopulmonary bypass. *Perfusion* 2003; 18: 219–224
- [3] Wiesenack C, Liebold A, Philipp A et al: Four years experience with a miniaturized extracorporeal circulation system and its influence on clinical outcome. *Artif Organs* 2004; 28 (12): 1082–1088
- [4] Göritz S, Schelkle H, Rein JG, Urbanek S: DBT can replace an arterial filter during cardiopulmonary bypass surgery. *Perfusion* 2006; 6 (21): 367–371
- [5] Pfaunder et al: Retrogrades autologes Priming. *Kardiotechnik* 2003; 1: 3–6
- [6] Wendel HP: Beschichtungstechniken für Werkstoffe der EKZ-Systeme. In: *Handbuch der Kardiotechnik*, 4. Auflage: 106–124
- [7] Joharchi M, Khosravi A, Westphal B, Steinhoff G: Influence of cardiomyotomy suction blood separation during CPB. *Heart Surgery Forum* 2003; 6: 201
- [8] Born F: Myokardprotektion mit kardioplegischen Lösungen. In: *Tschaut RJ: Extrakorporale Zirkulation in Theorie und Praxis*. 2. Auflage 2005: 345–355

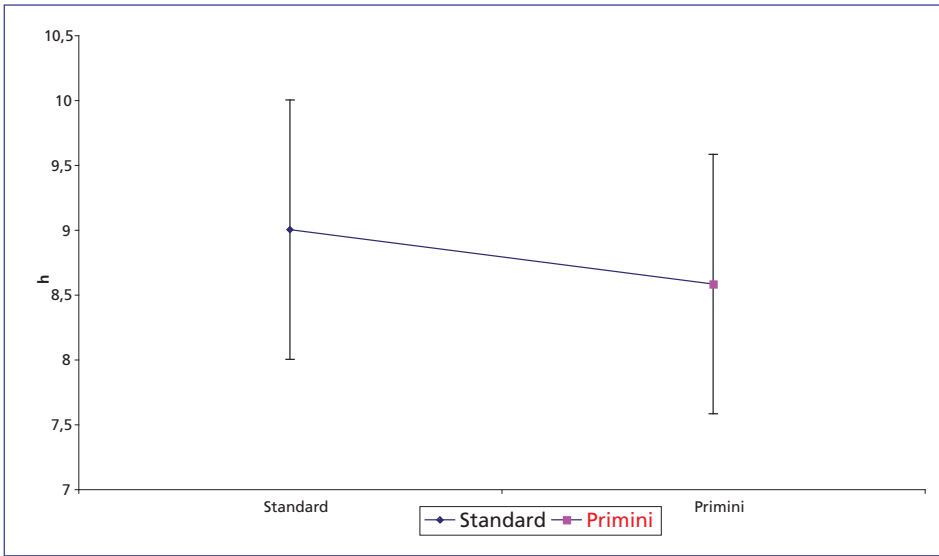


Abb. 8: Beatmungsdauer

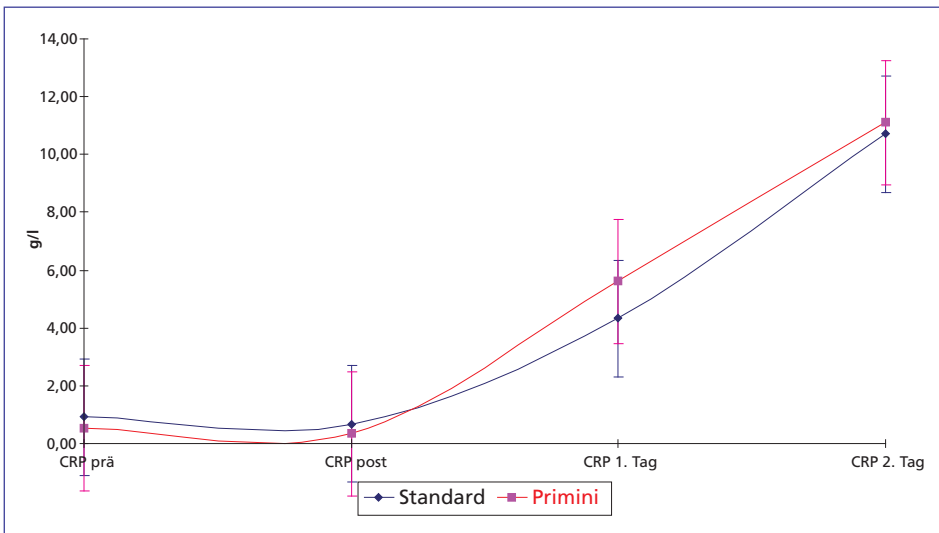


Abb. 9: CRP-Verlauf



Abb. 10: Leukozytenverlauf

Frank Born, ECCP  
 Herzzentrum Bodensee GmbH  
 Abt. Kardiotechnik  
 Luisenstraße 9a  
 78464 Konstanz  
 E-Mail: Born@cardiotechnik.com