Clin Res Cardiol Suppl 2007 [Sonderheft 1]2:S57–S59
DOI 10.1007/s11789-006-0039-4

M. Hilker
F. Schmid
A. Philipp
M. Arlt
D. Birnbaum

Optimales Management der Herz-Lungen-Maschine zur Schonung der Nierenfunktion

Optimum extracorporeal system management for protection of renal function

Dr. Michael Hilker, FETCS (✉)
F. Schmid · A. Philipp · D. Birnbaum
Klinik für Herz- Thorax- und herzn. Gefäßchirurgie
Klinikum der Universität Regensburg
Franz-Josef-Strauss-Allee 11
93052 Regensburg, Germany
Tel.: +49-(0) 941 / 944 98 24
Fax: +49-(0) 940 5 / 957 436
E-Mail:
michael.hilker@klinik.uni-regensburg.de

M. Arlt
Klinik für Anästhesiologie
Klinikum der Universität Regensburg
Franz-Josef-Strauss-Allee 11
93052 Regensburg, Germany

Summary Renal failure after operative procedures with extracorporeal circulatory systems challenges for modern heart surgery. 2.5% of the patients after heart surgery procedures suffer from postoperative renal insufficiency. Various factors and the use of an extracorporeal system in particular are responsible for renal failure. Since 1998 more than 1000 patients have undergone coronary surgery using a miniaturised extracorporeal circulatory system. Beside several positive effects a significant reduction of renal failure was seen.

Key words Renal failure – bypass surgery

Zusammenfassung Niereninsuffizienz nach operativen Eingriffen mit extrakorporaler Zirkulation stellt eine zunehmende Herausforderung an die aktuelle Herzchirurgie dar. In ca. 2,5% der herzchirurgisch operierten Patienten kommt es postoperativ zu einer Nierenfunktionsstörung. Neben verschiedenen Faktoren wird dem Einsatz der Herz-Lungen-Maschine angelastet, Nierenfunktionsstörungen auszulösen. Seit 1998 wurden in unserer Klinik mehr als 1000 Patienten unter Zuhilfenahme eines miniaturisierten extrakorporalen Kreislaufsystems koronarchirurgisch operiert. Neben anderen positiven Effekten konnte eine Reduktion der postoperativ aufgetretenen Nierenfunktionsstörungen beobachtet werden.

Schlüsselwörter Niereninsuffizienz – Bypassoperation

Einleitung

Die extrakorporale Zirkulation (EKZ) beeinflusst die Nierenfunktion durch verschiedene Faktoren. Insbesondere kommt es zu einer Veränderung des Blutströmungsprofils von einem pulsatilen zu einem *non*pulsatilen Fluss und zu einer Minderung der Durchblutung, da das Pumpenminutenvolumen unter dem Herzzeitvolumen liegt. Weiterhin wird das arterielle Blutdruckniveau herabgesetzt. Der Einsatz von Katecholaminen hat einen weiteren negativen Effekt auf die Nierenfunktion. Die Tubuli können durch Zelltrümmer verstopfen, und es wird eine Invasion von aktivierten Leukozyten in das Nierenparenchym diskutiert. Alle diese Faktoren führen letztendlich zu einer zirkulatorischen bzw. mikrozirkulatorischen Ischämie der Niere.

Ein weiterer Faktor, der zu einem Creatininanstieg postoperativ führt, ist die Dauer der EKZ-Zeit (s. Abb. 1). Untersuchungen am eigenen Patientengut mit einem präoperativen Creatininwert von ≤1,3 mg/dl zeigten bei einer EKZ-Zeit von über 180 min ei-

© Springer Medizin Verlag 2007

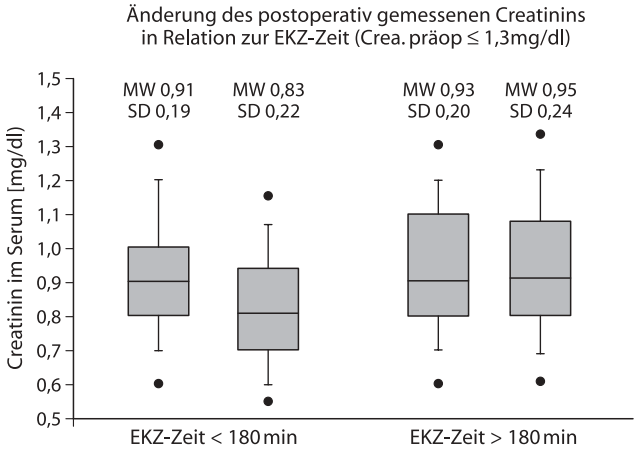

Abb. 1 Postoperativer Creatininanstieg in Abhängigkeit von der Dauer der EKZ-Zeit

Tab. 1 Mortalität bezogen auf den präoperativen Creatininwert

n	Präoperatives Creatinin	Mortalität KH	%
4541	< 2,0 mg/dl	243	5,3
190	> 2,1 mg/dl	33	17,3

nen deutlichen Anstieg des postoperativ gemessenen Creatininwertes im Vergleich zu den Patienten mit einer EKZ-Zeit unter 180 min.

Eine besondere Patientengruppe stellen die schon präoperativ niereninsuffizienten Patienten dar. 4541 Patienten mit einem präoperativen Creatininwert von < 2,0 mg/dl zeigten eine Krankenhausmortalität von 5,3%, wobei hier alle mit EKZ operierten Patienten (inkl. Notfälle) untersucht wurden (s. Tab. 1). Im Gegensatz hierzu zeigten die Patienten mit einem Creatininwert von > 2,0 mg/dl eine Krankenhausmortalität von 17,3%. Zur Senkung der Mortalität und Morbidität benötigen diese Patienten neben anderen Maßnahmen ein optimiertes Herz-Lungen-Maschinen-Management. Ziel ist die Verbesserung der EKZ, wobei eine möglichst minimalinvasive ECC angestrebt wird.

Einsatz eines minimierten EKZ-Systems

Zum überwiegenden Einsatz in unserer Institution kommt das MECC-System (Minimal Extra Corporeal Circulation System), ein eingetragenes Markenzeichen der Firma Maquet Cardiopulmonary AG (Hirrlingen). Das mit Heparin beschichtete System ist ein geschlossenes Perfusionssystem ohne Blut-Luft-Kontakt, bestehend aus einem minimierten Schlauchsystem und wenigen Konnektionsstellen (s. Abb. 2). Herausragend ist das geringe Füllvolumen mit ca. 500 ml, was zu einer geringen Hämodilution der Patienten führt. Im Gegensatz hierzu benötigen klassische EKZ-Systeme ein Füllungsvolumen von mehr als 1200 ml. Die Vorteile und Nachteile der MECC sind in Abbildung 3 dargestellt. Aufgrund der Heparinbeschichtung benötigt dieses System nur eine Heparinisierung der Patienten mit 150 IE/kg. Da kein Kardiotomiereservoir integriert ist, finden keine Volumenverschiebungen in den extravasalen Raum statt. Daraus resultiert eine verbesserte periphere und mikrozirkulatorische Perfusion. Dieses ist ein möglicher Grund für den geringeren Einsatz von Nierenersatzverfahren postoperativ bei MECC-operierten Patienten. Bei der EKZ-Gruppe wurden in 1,8% Nierenersatzverfahren notwendig, während nur 1,04% der MECC-Grupppe ein Nierenersatzverfahren benötigten (s. Abb. 4).

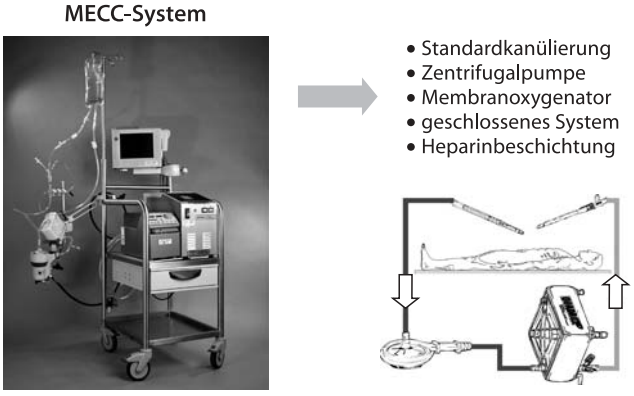

Abb. 2 MECC-System

ECC		MECC
✓	Pumpe	✓
✓	Oxygenator	✓
✓	Arterieller Filter	–
✓	Maschinensauger	–
✓	Venöses Reservoir	–
1200	Priming Vol. [ml]	500
offen	Zirkulationskreislauf	geschlossen
–	Heparinbeschichtung (Bioline®)	✓
✓	Kardiotomie möglich	–

Abb. 3 Vor- und Nachteile der MECC

Nierenersatzverfahren postoperativ

	ECC	MECC	
n	1548	743	
NEV	28 (1,8%)	9 (1,04%)	p ≤ 0,005

Abb. 4 Nierenersatzverfahren bei ECC und MECC

Tab. 2 UF/UDF bei Patienten mit EKZ (n = 5010/4732) Zeitraum Nov. 1997–2001

Creatinin präoperativ [mg/dl]	Gr. I) < 1,3	Gr. II) 1,31–2,0	Gr. III) 2,1–3,0	Gr. IV) > 3,0
Anzahl (n)	4124	417	78	112
Alter (J.)	65 ± 17	68 ± 9	66 ± 11	60 ± 9
Urin an EKZ [ml]	720 ± 502	603 ± 460	400 ± 323	165 ± 50
UF bzw. UDF (n)	595	134	64	108
UF-Filtrat (ml)	1760 ± 1000	2990 ± 1600	7540 ± 4260	10300 ± 4300
Creatinin präoperativ	0,91 ± 0,19	1,5 ± 0,18	2,3 ± 0,26	5,7 ± 2,0
Creatinin 8 h postoperativ	0,89 ± 0,28	1,4 ± 0,39	2,1 ± 0,67	4,7 ± 2,1
Dialyse ICU (n)	68 (1,6%)	33 (7,9%)	25 (32%)	20 (18%)

Einsatz der Herz-Lungen-Maschine bei Patienten mit einer präoperativen Niereninsuffizienz

Aus dem eigenen Patientengut wurden in der Zeit von 1997 bis 2001 Patienten untersucht, die mit der klassischen HLM operiert wurden und unterschiedliche Ausprägungen einer Niereninsuffizienz hatten. Es wurden vier Gruppen in Abhängigkeit vom Grad der Niereninsuffizienz gebildet. Insgesamt wurden 5010 Patienten untersucht, wobei bei 4732 Patienten die Laborparameter retrospektiv ausgewertet wurden (s. Tab. 2). Bei der Gruppe IV mit einem präoperativen Creatininwert von über 3,0 mg/dl wurde an der HLM eine aggressive Hämodiafiltration durchgeführt, wobei die postoperative Dialysepflichtigkeit nur 18% betrug. In der Gruppe III mit einem präoperativen Creatininwert von 2,1–3,0 mg/dl und einer weniger intensiven Hämofiltration bzw. Hämodiafiltration an der HLM benötigten in 32% eine postoperative Hämofiltration.

Diskussion

Miniaturisierte EKZ-Systeme unterscheiden sich von klassischen EKZ-Systemen hinsichtlich ihres geringen Füllvolumens, sind komplett beschichtet und vermeiden jeden Blut-Luft-Kontakt. Dadurch kommt es zu einem geringeren Einfluss auf zelluläre Blutaktivierung und die möglichen Organfunktionsstörungen. Insbesondere die Nierenfunktion scheint durch den Einsatz dieser Systeme günstig beeinflusst zu werden. Weitere Untersuchungen an größeren Patientengruppen sind notwendig, um einen Unterschied, auch gegenüber den off-pump-versorgten koronarchirurgischen Patienten zu zeigen.

Bei Patienten mit einer vorbestehenden Niereninsuffizienz sollte eine aggressive Hämofiltration während der EKZ durchgeführt werden. Sorgfältige Analysen an großen Patientenzahlen sind hierzu notwendig, um eine eindeutige Verfahrensweise vorgeben zu können. Insbesondere das Füllungsvolumen und der -inhalt, sowie die Art der Kardioplegie können die Nierenfunktion nachhaltig beeinträchtigen.