Koronare Bypasschirurgie am schlagenden Herzen bei Patienten mit Porzellanaorta

Einleitung

Patienten mit koronarer Herzerkrankung und ausgeprägter Arteriosklerose der Aorta ascendens – insbesondere in der Extremform „Porzellanaorta“ – bilden eine der schwierigsten Herausforderungen an die Technik der koronaren Bypasschirurgie. In diesen Fällen würde das standardisierte chirurgische Vorgehen (Abklemmen der Aorta ascendens, kardioplegisch stillgelegtes, über Aorten- und rechte Vorhofkanülierung zum Herz-Lungen-Maschinen-Anschluss unterstütztes Herz-Kreislauf-System, Anlage der proximalen Anastomosen an der Aorta) zu einer hohen Rate von schwersten neurologischen Komplikationen, Thrombembolien und Aortengefäßwandverletzungen führen. Mills und Everson beobachteten in einer Studie 20 Patienten mit koronarer Herzerkrankung, die trotz einer stark kalzifizierten Aorta ascendens einer aortokoronaren Bypassoperation (ACVB) mit Kanülierung und Abklemmen der Aorta ascendens sowie Anlage der proximalen Venenbypass-Anastomosen an der Aorta unterzogen wurden. Hier zeigte sich eine zerebrovaskuläre Insultrate von 45 %, wobei 4 Patienten an den Folgen des Apoplex verstarben [1]. Angesichts dieser Ergebnisse ist es unabdingbar, eine Reihe von Veränderungen in der standardisierten Revaskularisationstechnik durchzuführen,

um die ausgesprochen hohe Wahrscheinlichkeit neurologischer Komplikationen zu reduzieren [2].

Dies bezieht sich insbesondere auf ein Vermeiden von Manipulationen an der Aorta ascendens (sogenannte No-touch-Technik), die richtige Auswahl der proximalen Anastomosenstellen und eine vom Standard abweichend gewählte arterielle Kanülierungsstelle.

Patienten und Methoden

Innerhalb eines Zeitraums von 4 Jahren wurde bei 49 Patienten, die sich einer chirurgischen Koronarrevaskularisierung unterzogen, intraoperativ eine extrem verkalkte Aorta ascendens (Porzellanaorta) gefunden. Alle Patienten hatten eine eindeutige Indikation zur koronaren Bypassoperation. Die operative Technik der koronaren Bypasschirurgie wurde beim gesamten Patientenkollektiv so verändert, dass man sich entweder für eine Kanülierung größerer peripherer Gefäße entschied oder eine sogenannte No-touch- und No-cannulation-Technik an der Aorta ascendens einsetzte. Bei 60 % der Patienten kam es nach Verifizierung einer nicht abklemmbaren Aorta (nach Eröffnung des Perikards und Darstellung der Herzbasis) zusätzlich zur Präparation der rechten A. thoracica interna (rechte A. mammaria interna oder RIMA). Die lin-

ke A. thoracica interna (LIMA) wurde bei allen Patienten präpariert. Die Patienten waren im Mittel 76 ± 5 Jahre alt (60–84 Jahre) und zu 29 % weiblich. Eine instabile Angina pectoris wiesen 55 % der Patienten auf, 10 % hatten einen akuten Myokardinfarkt, 38 % eine signifikante Hauptstammstenose und 25 % eine deutlich reduzierte Pumpfunktion mit einer Ejektionsfraktion (EF) unter 35 %. Bei 12 Patienten war aus der Anamnese bekannt, dass es in der Vergangenheit zu neurologischen Ereignissen gekommen war; 8 dieser Patienten unterzogen sich einer A.-carotis-interna-Endarterektomie. Nur bei 5 Patienten erbrachte das präoperativ erhobene Routine-Thoraxröntgenbild den Verdacht einer ausgeprägten Verkalkung der Aorta. Alle Patienten erhielten intravenös eine Bolusgabe von 2 Millionen KIU Aprotinin (Trasylol; Bayer Vital, Leverkusen, Germany) als antifibrinolytische Prophylaxe, nachdem eine Testdosis Aprotinin toleriert und Sternotomie sowie Heparin-gabe (300 IU/kgKG) durchgeführt worden waren. Wir strebten eine ACT von größer 300 s an, die am Ende der Operation durch Protamingabe antagonisiert wurde. Kommerziell vertriebene Stabilisatoren, die nach dem Saugprinzip arbeiten, sind zusammen mit einer CO₂-NaCl-Besprühlung eingesetzt worden und hielten den Myokardbereich der distalen Anastomose immobil und blutleer.

Ergebnisse

Die No-touch-Technik unter Vermeidung von Kanülierung und Abklemmen der Aorta ascendens wurde bei allen Patienten durchgeführt. Bei 11 Patienten konsultierten wir intraoperativ OPCAB-erfahrene herzchirurgische Kollegen, nachdem eine ausgesprochen ausgeprägte Kalzifizierung der Aorta ascendens vor Anlage der Kanülierungstaktsbeutelnähte palpatorisch festgestellt worden war. In diesen Fällen setzten wir die Bypassoperation ohne Herz-Lungen-Maschine (HLM) fort. In 27 % der Patienten wurde mit Unterstützung der HLM am schlagenden Herzen ohne Kardioplegie operiert (HLM-unterstützte Beating-heart-Operation) und eine abweichende arterielle Kanülierungsstelle gewählt. Von diesen Patienten wurde bei zwei der Aortenbogen, bei fünf die A. axillaris und bei sechs die Femoralarterie zum Anschluss der HLM kanüliert.

Insgesamt operierten wir 73 % der Patienten ohne HLM (OPCAB). In diesen Fällen verwendeten wir kommerziell vertriebene Stabilisatoren, die auf dem Vakuumprinzip basieren und für eine Ruhigstellung des Anastomosenbereichs sorgten.

Bei allen Patienten wurde eine Manipulation an der Aorta ascendens vermieden. Die LIMA wurde in 100 % der Bypassoperationen eingesetzt. Insgesamt konstruierten wir im Mittel $2,6 \pm 0,6$ distale Anastomosen und verzichteten bei allen Patienten auf eine proximale Anastomose an der atherosklerotisch veränderten Aorta ascendens. Stattdessen realisierten wir die totale arterielle Bypassversorgung unter Verwendung von RIMA und A. radialis in 60 % der Operationen. In diesen Fällen wurde die A. radialis als Y-Graft proximal als End-zu-Seit-Anastomose auf die LIMA genäht. Der Truncus brachiocephalicus diente dem proximalen Anschluss der Venenbypässe in 32 % der Operationen. In wenigen Fällen (8 %) wurde die proximale Venengraftanastomose als Y-Graft mit der proximalen LIMA konstruiert. Es kam zu zwei postoperativen Komplikationen: Ein Patient entwickelte eine armbetonte rechtsseitige Hemiplegie, die sich binnen 10 Tagen deutlich zurückbildete. Ein weiterer

Patient verstarb noch im Krankenhaus an den Folgen eines ausgedehnten Vorderwandinfarkts, der sich nach anfänglich stabilem Verlauf am ersten postoperativen Tag auf der Intensivstation durch sehr hohe CKMB-Werte und signifikanten EKG-Veränderungen diagnostizieren ließ. Die sofort initiierte Herzkatheteruntersuchung zeigte einen massiven Koronargefäß- und Bypassgraftspasmus, der sich trotz intrakoronarer Applikation verschiedener Vasodilatoren [3] und transkutaner Implantation einer intraaortalen Ballonpumpe therapieresistent zeigte. Ein Patient wurde aus der Analyse ausgeschlossen, da er neben mehreren koronaren Bypässen auch den Ersatz von Aortenklappe, Aorta ascendens und Aortenbogen benötigte. Diese Operation wurde unter Kardioplegie und hypothermem Herz-Kreislauf-Stillstand durchgeführt. Der Patient verstarb am 10. postoperativen Tag an den Folgen eines multiplen zerebrovaskulären Infarktsyndroms und therapieresistenten Hirnödems. Drei Patienten wiesen postoperativ einen signifikanten CKMB-Verlauf auf, jedoch zeigte die Herzkatheteruntersuchung offene und funktionstüchtige Bypassanlagen.

Diskussion

Patienten mit ausgedehnten Kalzifizierungen sowohl an der Aorta ascendens als auch an den Gefäßabgängen des Aortenbogens sind eine der anspruchsvollsten Herausforderungen in der Herzchirurgie hinsichtlich des Anschlusses der HLM, der Auswahl von Bypassgraft und proximaler Anastomosenstelle. In der Standard-HLM-unterstützten Koronarbypasschirurgie kennt man hauptsächlich drei Handlungsabschnitte, die mit einer Gefäßwandverletzung der Aorta, Aortendissektion und Embolisation durch atherosklerotische Plaques von der Aorta ascendens einhergehen können. Die einhergehenden Folgen sind schwerwiegend und führen zu einem erheblichen Ansteigen von perioperativer Morbidität und Mortalität [4, 5]. Diese drei Aktivitäten sind: 1) Kanülierung der Aorta zum Anschluss der HLM, 2) Abklemmen der Aorta und Applikation der kardioplegischen Lösung, 3) Konstruktion der proximalen

Anastomosen nach Ausstanzen der Anschlussstellen an der Aortenwand.

In der Literatur sind bereits zahlreiche Vorschläge bei Patienten mit Porzellanaorta unterbreitet worden, die Standardstrategie der koronaren Bypasschirurgie so zu modifizieren, dass sich mögliche zerebrovaskuläre Komplikationen reduzieren ließen [1, 2, 4, 5]. Im Folgenden sind die beschriebenen Strategieänderungen dargestellt:

1. Abbruch der Operation, Fortsetzung von medikamentöser Therapie oder PCI
2. Vermeidung der Kanülierung der Aorta ascendens und Variation der Kanülierungsstelle (distales Segment der Aorta, Aortenbogen, Truncus brachiocephalicus, A. femoralis, A. axillaris)
3. Anschluss der proximalen Anastomosen an LIMA, Truncus brachiocephalicus oder A. subclavia
4. Konstruktion der distalen Anastomosen unter induziertem Kammerflimmern
5. retrograde Kardioplegie über den Sinus coronarius
6. hypothermer Herz-Kreislauf-Stillstand und Ersatz der Aorta ascendens durch Gefäßprothese

Obwohl der Einsatz dieser Alternativtechniken oder deren Kombinationen durchaus zur Reduktion des Embolisationsrisikos durch atherosklerotisches Material führt, sind alle diese Verfahren dennoch mit signifikant höherer Mortalität verbunden als die konventionelle Bypasschirurgie an gleichaltrigen Patienten. Solange wir die Manipulation an der hochgradig veränderten Aorta nicht vollständig verlassen, werden diese Methoden die Ablösung von Plaques der pathologisch veränderten Aortenwand nicht verhindern und das Risiko des perioperativen Apoplex nicht eliminieren.

Ein Patient verstarb im irreversiblen Koma. Dieser Patient benötigte neben mehreren koronaren Bypässen einen Ersatz von Aortenklappe, Aorta ascendens und Aortenbogen. Diese Operationen wurden im hypothermen Herz-Kreislauf-Stillstand unter Zuhilfenahme der HLM durchgeführt. Vielleicht hätte dieser Patient die Operationen überlebt, wäre eine

Z Herz- Thorax- Gefäßchir 2008 · 22:77–80
DOI 10.1007/s00398-008-0622-8
© Springer Medizin Verlag 2008

H. B. Bittner · M. Lange · J. Lemke · R. Battellini · F. W. Mohr

Koronare Bypasschirurgie am schlagenden Herzen bei Patienten mit Porzellanaorta

Zusammenfassung

Fragestellung: Patienten mit koronarer Herzerkrankung und ausgeprägter Arteriosklerose der Aorta stellen eine der schwierigsten Herausforderungen in der Technik der koronaren Bypasschirurgie dar. Manipulationen an der verkalkten Aorta (Kanülierung und Klemmen der Aorta ascendens und die Anlage der proximalen Anastomosen) führen zu einer hohen Rate von schwersten neurologischen Komplikationen, Thrombembolien und Aortengefäßwandverletzungen.

Methodik: Innerhalb eines Zeitraums von 4 Jahren wurde bei 49 Patienten, die sich einer chirurgischen Koronarrevaskularisierung unterzogen, intraoperativ eine extrem verkalkte Aorta ascendens (Porzellanaorta) gefunden. Bei allen Patienten wurde daraufhin die operative Technik der koronaren Bypasschirurgie so modifiziert, dass man entweder die Kanülierung größerer peripherer Gefäße durchführte oder die sogenannte No-touch- und No-cannulation-Technik an der Aorta ascendens einsetzte. Die Patienten waren im Mittel 76 ± 5 Jahre alt (60 bis 84 Jahre), der Anteil

der weiblichen Patienten betrug 29 %. Eine instabile Angina pectoris war bei 55 % der Patienten anzutreffen, 10 % hatten einen akuten Myokardinfarkt, 38 % eine signifikante Hauptstammstenose und 25 % der Patienten eine deutlich reduzierte Pumpfunktion mit einer Ejektionsfraktion (EF) unter 35 %.

Ergebnisse: Die No-touch-Technik unter Vermeidung von Kanülierung und Abklemmen der Aorta ascendens kam bei allen Patienten zum Einsatz. In 27 % der Patienten wurde mit Unterstützung der HLM am schlagenden Herzen ohne Kardioplegie operiert (HLM-unterstützte Beating-heart-Operation) und eine abweichende arterielle Kanülierungsstelle gewählt (Aortenbogen, A. axillaris, A. femoralis). Bei 73 % der Patienten konnte gänzlich auf die HLM verzichtet werden (off-pump coronary artery bypass grafting = OPCAB). Die LIMA fand in 100 % der Bypassoperationen Anwendung. Insgesamt wurden im Mittel $2,6 \pm 0,6$ distale Anastomosen konstruiert. Bei allen Patienten verzichteten wir auf eine proximale Anastomose an der atherosklerotisch veränderten Aorta ascendens und realisierten stattdessen in 60 % der Operationen

die totale arterielle Bypassversorgung unter Verwendung von RIMA und A. radialis (als Y-Graft proximal auf die LIMA). Der Truncus brachiocephalicus diente zum proximalen Anschluss der Venenbypässe in 32 % der Operationen. Es kam zu zwei postoperativen Komplikationen: Ein Patient entwickelte eine armbetonte rechtsseitige Hemiplegie, ein weiterer verstarb an den Folgen eines ausgedehnten Vorderwandinfarkts.

Fazit: Die einzig sichere Methode, das Risiko neurologischer Komplikationen bei Patienten mit Porzellanaorta zu reduzieren, liegt im Verzicht auf den Einsatz der HLM und das Abklemmen der Aorta. Die Off-pump-Technologie bietet ideale Voraussetzungen, um Manipulationen an der verkalkten Aorta dieser Hochrisikopatienten zu vermeiden. Durch den Einsatz von linker und rechter A. thoracica interna können proximale Anastomosen an der verkalkten Aorta umgangen werden.

Schlüsselwörter

verkalkte Aorta · Porzellanaorta · koronare Bypasschirurgie · OPCAB

Intra-operative detection of porcelain aorta remains a challenging dilemma in coronary artery bypass grafting

Abstract

Background: Patients with porcelain aorta and severe calcification of the great vessels are a challenging problem regarding bypass technique, choice of conduit, and selection of proximal anastomotic and cardiopulmonary bypass (CPB) sites due to the high incidence of devastating thrombembolization, stroke, and aortic injury.

Methods: Intra-op detection of porcelain aorta and subsequent change of operative techniques occurred in 49 patients over a period of 4 years (60–84 years of age, mean 76 ± 5 , 29 % females, unstable angina (55 %), acute myocardial infarction (10 %), left main disease (38 %), decreased LV-function (EF < 35 %, 25 %).

Results: The initial surgical plan was changed in all patients and a “no touch” technique was applied. In 27 % of CABG, CPB support was utilized through aortic arch (n=2), axillary artery (n=5) and femoral artery cannulation (n=6) in combination of beating heart technology. The remaining 73 % patients underwent OPCAB. Overall 2.6 ± 0.6 distal anastomoses were constructed. Proximal anastomoses on the atherosclerotic aorta were avoided in all patients by total arterial grafting/composite art.-art. connections (28 %), or connected to the brachiocephalic trunk in 32 %. One new major neurological event was observed (2 %), one hospital death (2 %).

Conclusions: Off-pump technology is the ideal indication for patients with heavily calcified ascending aorta. These high-risk patients benefit most from a team approach and the flexibility and skills of cardiovascular surgeons changing immediately from on-pump and aortic cannulation and clamping to “no-touch” and “no-clamping” heart-beating coronary revascularization techniques.

Keywords

atherosclerotic aorta · porcelain aorta · coronary bypass surgery · OPCAB

modifizierte koronare Bypassoperation zusammen mit dem Einnähen eines apikoortalen Konduits, der den Apex des linken Ventrikels mit der deszendierenden Aorta verbindet, durchgeführt worden [6].

Die einzig sichere Methode, das Risiko neurologischer Komplikationen bei Patienten mit Porzellanaorta zu reduzieren, liegt im Verzicht auf den Einsatz der HLM und das Abklemmen der Aorta. Gaudino et al. beschrieben zwei Patienten mit schwer verkalkter Aorta ascendens und koronarer Herzkrankheit, bei denen eine chirurgische Revaskularisation des Ramus interventricularis anterior (RIVA) am schlagenden Herzen sowie eine perkutane transluminale Koronarangioplastie des Ramus circumflexus und der rechten Koronararterie kombiniert wurden [7]. Andere Autorengruppen konnten wie wir zeigen, dass auch Patienten mit einem hohen Operationsrisiko (Alter > 75 Jahren, reduzierte EF, akuter Myokardinfarkt, Hauptstammstenose, Apoplex in der Anamnese, periphere arterielle Verschlusskrankheit und Karotisstenose) ein hervorragendes Ergebnis nach OPCAB aufwiesen [8]. Infolgedessen ist die Off-pump-Bypasschirurgie als anerkanntes Verfahren, insbesondere bei Patienten mit Begleiterkrankungen, etabliert [9]. Mit Off-pump-Chirurgie vermeiden wir das Embolisationspotenzial, das bei Kanülierung und Dekanülierung der Aorta besteht, sowie die Entstehung von Mikrogas- und Mikropartikelembolisation durch den Pumpenkreislauf der HLM. Dadurch sind wir in der Lage, die Rate an zerebralen Embolien deutlich zu reduzieren. Außerdem hat sich eine signifikante Korrelation zwischen Atherosklerosebelastung in der Aorta und Häufigkeit von zerebrovaskulären Verschlüssen gezeigt. Angesichts der unvermeidlichen mechanischen Belastung der Aortenwand durch den „Jet“ der Kanülierung bei Anschluss der HLM kann man durch das Aufrechterhalten eines annähernd normalen Durchflusses durch die Aorta während der Beating-heart-Operation eine weitere Senkung von zerebralen und systemischen Atheroembolien annehmen [10]. Dies allein ist eine gute Begründung für Weiterentwicklung und Untersuchung alternativer Operati-

onsmethoden, insbesondere von Off-pump-Technologien im selektierten Patientengut.

Literatur

1. Mills NL, Everson CT (1991) Atherosclerosis of the ascending aorta and coronary artery bypass: pathology, clinical correlates, and operative management. *J Thorac Cardiovasc Surg*;102:546–553
2. Leyh RG, Bartels C, Notzold A, Sievers HH (1999) Management of porcelain aorta during coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 67: 986–988
3. Bittner HB (2002) Coronary artery spasm and ventricular fibrillation after off-pump coronary surgery. *Ann Thorac Surg* 73:297–300.
4. Baribeau RY, Westbrook BM, Charlesworth DC, Maloney CT (1998) Arterial inflow via an axillary artery graft for the severely atheromatous aorta. *Ann Thorac Surg* 66:33–3
5. Wareing TH, Davila-Roman VG, Barzilai B, Murphy SF, Kouchoukos NT (1992) Management of the severely atherosclerotic ascending aorta during cardiac operations. *JTCVS* 103(3):453–462
6. Schreiber C, Augustin N, Bauernschmitt R, Lange R (2002) Modified Bypass Procedure and Apicoaortic Conduit. *Herz* 27 (8):795–798
7. Gaudino M, Cellini C, Bruno P, Zimarino M, Possati G (1998) Integrated approach for revascularization in multivessel coronary artery disease and porcelain aorta. *J Card Surg* 13:140–142
8. Bittner HB and, Savitt MA (2002) Off-pump coronary artery bypass grafting decreases mortality and morbidity in a selected group of high-risk patients. *Ann Thorac Surg* 74:115–118
9. Del Rizzo DF, Boyd WD, Novick RJ, McKenzie FN, Desai ND, Menkis AH (1998) Safety and cost-effectiveness of MIDCABG in high-risk CABG patients. *Ann Thorac Surg* 66:1002–1007
10. Murkin JM (1998) Neurologic injury during coronary revascularization: etiology and management. *Adv Cardiac Surg* 10:75–113

Korrespondierender Autor

Dr. med. Hartmuth B. Bittner

Herzzentrum der Universität Leipzig
Strümpellstraße 39, 04289 Leipzig, BRD
E-Mail: heartbeatgermany@aol.com

Priv.-Doz. Dr. med. Dipl. Sportl. Hartmuth Bruno Bittner ist Oberarzt in der Herz-, Thorax- und Transplantationschirurgie am Herzzentrum Leipzig der Universität Leipzig. Er absolvierte von 1982 bis 1989 das Studium der Humanmedizin an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg und promovierte sich 1989 zur „Bedeutung des endokrinen Herzens und der kardialen Hormone für die körperliche Leistungsfähigkeit des Menschen“. Diese Abschlüsse wurden an der Duke University Medical Center, North Carolina, erzielt. Nach vierjähriger klinischer Tätigkeit als Assistant Professor of Surgery an der University of Minnesota, Minneapolis, USA, kehrte er nach Deutschland zurück. 2004 habilitierte Bittner sich zum Thema „Auswirkungen von Gehirntod und Spenderherzkonserverung auf die kardio-pulmonale Hämodynamik und myokardiale Funktion vor und nach orthotoper Herztransplantation“. Er ist seit 1998 Facharzt für Allgemein- und Gefäßchirurgie und seit 1999 Facharzt für Herz-, Thorax- und Transplantationschirurgie.

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.