

Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauferkrankungen

**Herzchirurgische Möglichkeiten bei
der atherosklerotisch schwer
veränderten Aorta ascendens**

Bonatti J, Hangler H, Laufer G

Journal für Kardiologie - Austrian

Journal of Cardiology 2001; 8

(1-2), 25-29

Homepage:

www.kup.at/kardiologie

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche



ÖKG
Österreichische
Kardiologische
Gesellschaft

Offizielles
Partnerjournal der ÖKG



EUROPEAN
SOCIETY OF
CARDIOLOGY®

Member of the ESC-Editor's Club



Offizielles Organ des
Österreichischen Herzfonds



ACVC
Association for
Acute CardioVascular Care

In Kooperation
mit der ACVC

Indexed in ESCI
part of Web of Science

Indexed in EMBASE

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031105M,

Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21

Preis: EUR 10,-

Medtronic

Engineering the extraordinary

Expert 2 Expert 2026

15.01. - 17.01.2026, Linz



Gemeinsam für eine
bessere Patientenversorgung.



OmniaSecure



Micra 2



Aurora



Affera



LINQ II



TYRX

Vorabanmeldung aufgrund limitierter Plätze notwendig.

Bei Interesse bitte bei Ihrem Medtronic Außendienstmitarbeiter anfragen.

Herzchirurgische Möglichkeiten bei der atherosklerotisch schwer veränderten Aorta ascendens

J. Bonatti, H. Hangler, G. Laufer

Eine schwere Atherosklerose der Aorta ascendens bei herzchirurgischen Patienten stellt wegen des signifikanten Embolierisikos bei Manipulation und Klemmanövern ein gefährliches und ernstzunehmendes Problem dar. Anamnestische Daten, wie hohes Alter, das Vorliegen einer zerebrovaskulären Insuffizienz oder einer peripheren arteriellen Verschlußkrankheit, stellen wichtige präoperative Hinweise für das Vorliegen der Erkrankung dar. Mit der transthorakalen und transösophagealen Echokardiographie lässt sich die Ascendens-Sklerose prinzipiell darstellen, die chirurgisch interessanten Anteile befinden sich aber in einem Schallschatten. Es sollte präoperativ mehr von CT-Untersuchungen Gebrauch gemacht werden, um schwerste Fälle mit signifikanter Wandverdickung bzw. Verkalkung darzustellen. Intraoperativ stellt die epiaortale Sonographie ein nichtinvasives, sehr sensitivs und spezifisches Verfahren zur Diagnose der Erkrankung dar. Durch die verfeinerten Techniken der Koronarchirurgie am schlagenden Herzen, der Herz-Lungenmaschinen-Kanülierung und des Herzkreislaufstillstandes in tiefer Hypothermie stehen gute Möglichkeiten einer chirurgischen Problemlösung zur Verfügung. Die Entwicklung neuer Ansätze wie intraaortale Partikelfiltration oder maschinelle Anastomosenanlage an die Aorta ascendens zeigen, daß die chirurgischen Möglichkeiten, dieses Problem intraoperativ zu bewältigen, immer raffinierter werden.

A severely atherosclerotic ascending aorta in heart surgery patients due to a significant risk of embolization by manipulation and clamping maneuvers represents serious problem. Old age, cerebrovascular disease and peripheral vascular disease are important preoperative hints for the presence of the disease. Transesophageal echo can basically appreciate ascending aortic atherosclerosis, the surgically important parts of the aorta, however, are located within an ultrasonic shadow. Preoperative CT scans should be used more frequently in order to detect severe disease exhibiting wall thickening and calcification. Intraoperative epiaortic ultrasonic scanning emerges as a non invasive, very sensitive and specific diagnostic tool. Methods of surgical problem solving include coronary artery bypass grafting on the beating heart, variations of cardiopulmonary bypass cannulation and selected application of deep hypothermic cardiocirculatory arrest. New developments like intraaortic particulate filtration and automatic devices for proximal coronary bypass anastomoses to the ascending aorta may show that the surgical possibilities to tackle the problem become more and more refined. *J Kardiol 2001; 8: 25–29*

Die Bedeutung des Problems Aorta ascendens-Atherosklerose in der Herzchirurgie

Die Atherosklerose der Aorta ascendens (AAS) findet in der Herzchirurgie zunehmende Beachtung. Der Chirurg manipuliert im Rahmen des Anschlusses der extrakorporalen Zirkulation und vor allem bei Klemmanövern die Aorta und kann damit Plaquerupturen sowie Embolien von atherosklerotischem Material verursachen. Die immense Emboliegefahr bei Klemmung einer schwer erkrankten Aorta ascendens zeigen Daten aus den frühen 1990er Jahren, welche zerebrale Insultraten von 19 % [1] bzw. 45 % [2] nach Klemmanövern berichten.

Ein typisches Bild eines zerebralen Insultes durch Klemmung einer schwerst atherosklerotischen Aorta ascendens zeigt Abbildung 1. Die „embolic load“, welche bei Standard-Herzoperationen durch Manipulationen an der Aorta ascendens freigesetzt wird, ist signifikant. So fanden Barbut und Mitarbeiter im Rahmen einer TEE-Studie bei koronaren Bypassoperationen ein aortales Embolievolumen (feste und gasförmige Partikel) von $3,7 \text{ cm}^3$, der durchschnittliche Partikeldurchmesser betrug $0,8 \text{ mm}^3$, die maximale Partikelgröße lag bei $2,9 \text{ mm}$ [3]. Besonders viele Emboli werden unmittelbar nach dem Öffnen der Aortenklemme in den Blutstrom freigesetzt. Daten über eine Korrelation des embolic load mit dem klinischen Outcome sind in der Literatur dokumentiert [4]. Durch neuerdings eingeführte intraaortale Filter (Abb. 2) können die freigesetzten Emboli direkt sichtbar gemacht werden. Diesbezüglich publizierte Arbeiten zeigten, daß bei Routine-Herzoperationen in 62 % der Fälle atherosklerotisches Material aus der Aorta ascendens freigesetzt wird [5].

Die Inzidenz dieses Problems nimmt durch das steigende Durchschnittsalter der herzchirurgischen Patienten

zu, mehrere große koronarchirurgische Serien in den letzten Jahren haben gezeigt, daß die Aorta ascendens-Sklerose einen unabhängigen Vorhersagefaktor für perioperative zerebrale Insulte darstellt [6] (Tab. 1). PatientInnen mit AAS haben gegenüber nicht erkrankten PatientInnen eine signifikant reduzierte Lebenserwartung und zeigen ein erhebliches peripheres Embolierisiko im Langzeitverlauf [7].



Abbildung 1: Massiver embolischer zerebraler Insult (Pfeil) nach Klemmung einer schwer atherosklerotisch veränderten Aorta ascendens.

Von der Universitätsklinik für Chirurgie, Klinische Abteilung für Herzchirurgie

Korrespondenzadresse: OA Dr. med. Johannes Bonatti, Universitätsklinik für Chirurgie, Klinische Abteilung für Herzchirurgie, Anichstraße 35, A-6020 Innsbruck, E-Mail: johannes.o.bonatti@uibk.ac.at

Diagnose der Ascendens-Sklerose

Derzeit ist kein adäquates Diagnoseverfahren verfügbar, welches präoperativ einen genauen Status der Aorta ascendens erheben lässt. An bekannten anamnestischen Risikofaktoren wurden in der Literatur folgende Parameter angegeben: hohes Alter [8], Hypertonie [9], Rauchen [10], extensive Koronarsklerose [11], paVK [10], zerebrovaskuläre Insuffizienz [12, 13]. Das präoperative Thoraxröntgen kann typische ringförmige Verkalkungen des Aortenbogens zeigen, es gibt allerdings keine Korrelation zum Vorliegen von atherosklerotischen Veränderungen an der Aorta ascendens [11]. Verkalkungsherde sowie Wandverdickungen an der Aorta ascendens können im Thorax-CT dargestellt werden, Routine-CT-Untersuchungen präoperativ könnten bei Risikogruppen durchaus diskutiert werden [14], zudem wäre dadurch beim Risikopatienten-Gut über ein Schädel-CT in der gleichen Sitzung zusätzliche Information über abgelaufene zerebrale Insulte verfügbar. Die Koronarangiographie kann im Durchleuchtungsbild Kalkherde an der Aorta ascendens zeigen. Es ist empfehlenswert, solche Befunde entsprechend als Warnsignal zu betrachten und im chirurgischen Vorfeld zu diskutieren [2].

Tabelle 1: Unabhängige Prädiktoren für zerebrale Insulte in der konventionellen Koronarchirurgie (nach: Engelma et al. The Heart Surgery Forum 1999; 2: 242–5)

| Risikofaktoren | | | | | | | |
|----------------|------|-----------|---------|-------|-----|------|----|
| Autor | Jahr | Patienten | Insult% | Alter | CVI | PaVK | Ao |
| Jones | 1984 | 5676 | 0,9 | + | | | + |
| Gardner | 1985 | 3279 | 1,7 | + | + | | + |
| Frye | 1992 | 10098 | 1,9 | + | | | |
| Lynn | 1992 | 1000 | 2,7 | | | | + |
| Rao | 1995 | 3910 | 1,4 | + | + | + | + |
| Roach | 1996 | 2108 | 3,0 | + | + | + | + |
| D'Agostino | 1996 | 1835 | 2,5 | | + | + | + |
| Mickleborough | 1996 | 1631 | 1,2 | + | + | + | + |
| McKhann | 1997 | 1776 | 3,9 | + | + | | |
| Dashe | 1997 | 1022 | 2,2 | | + | | |
| Engelman | 1999 | 4518 | 2,0 | + | + | + | |



Abbildung 2: Makroskopisch sichtbarer Atherosklerose-Partikel (Pfeil) in einem intraortalen (EMBOL-X™) Filter. Der Filter wurde vor Öffnen der Aortenklemme eingesetzt und nach der Reperfusionsphase vor Dekanüllierung entfernt.

Die transthorakale Echokardiographie ist geeignet, Fälle von normaler Ascendens-Wand und Fälle schwerster Ascendens-Sklerose zu unterscheiden [15]. Die transösophageale Echokardiographie ist deutlich sensitiver, hat allerdings den Nachteil, daß die für den Herzchirurgen interessanten Abschnitte der Aorta ascendens (Kanülierungs- und Abklemmungsstelle) nicht sichtbar sind. Eine ideale Untersuchungsmethode würde der intravaskuläre Ultraschall darstellen, da er im Rahmen der Koronarangiographie durchgeführt werden könnte [16]. Bei einer zu erwartenden guten Darstellung der Aortenwand besteht der Nachteil von hohen Untersuchungskosten und der Gefahr von Embolien durch die Manipulationen im Lumen der Aorta ascendens.

In der Mehrzahl der Fälle wird die Diagnose der atherosklerotischen Aorta ascendens intraoperativ gestellt. Obwohl Inspektion und Palpation in schweren Fällen eine klare Diagnose liefern, sind die Sensitivität und Spezifität der Palpation sehr gering, außerdem stellt die Palpation *per se* bei massiven Befunden ein nicht zu vernachlässigendes Embolisierungsrisiko dar. Mit der epiaortalen Sonographie steht seit mehreren Jahren ein äußerst hilfreiches, wenig invasives und rasch durchzuführendes intraoperatives Verfahren zur Verfügung. Die mit der epiaortalen Sonographie in der Koronarchirurgie diagnostizierten Raten an Ascendens-Sklerose liegen im Bereich von 19–89 %, operative Modifikationen werden im Rahmen von 14–24 % [8, 14, 17] berichtet. Ein typisches Bild einer im epiaortalen Ultraschall dargestellten Aorta ascendens zeigt Abbildung 3. Die epiaortale Sonographie ist prinzipiell auch geeignet, Schäden an der Aorta ascendens nach Klemmanövern zu visualisieren. Eine diesbezüglich vor kurzem publizierte Arbeit [18] zeigte bei 10 von 472 PatientInnen schwerste Befunde wie Intimaeinrisse mit mobilen, ins Lumen ragenden Anteilen. Sechs dieser Patienten zeigten postoperativ einen zerebralen Insult.

Management

Wegen der immensen Gefahr von zerebralen und anderen peripheren Embolien gab es in den frühen 1980er Jahren ernsthafte Empfehlungen, PatientInnen mit Massivbefunden als inoperabel anzusehen und die Sternotomie nach begonnenem herzchirurgischem Eingriff wieder zu verschließen [19]. Die letzten Jahre brachten von maximal invasiven bis minimal invasiven Verfahren reichende Vorschläge für operative Modifikationen bei Patienten mit atherosklerotisch veränderter Aorta ascendens. Folgende Fragen und Problemlösungsansätze stellen sich intraoperativ:

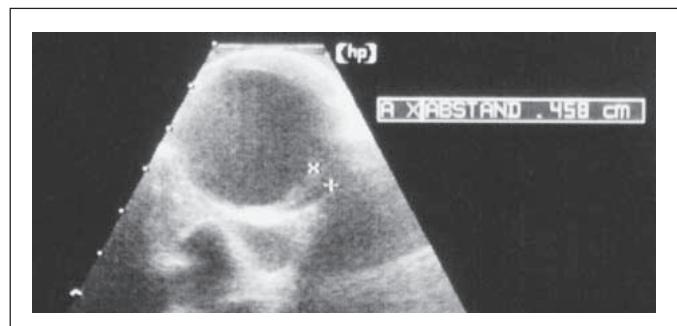


Abbildung 3: Sichelförmige arteriosklerotische Wandveränderung der Aorta ascendens im epiaortalen Ultraschall. Die Wanddicke beträgt 4,6 mm, was einer moderaten bis schweren Atherosklerose entspricht.

Kann eine Manipulation der Aorta ascendens durch Kanülierung und Klemmung vermieden werden?

Die erste Entscheidung, welche der Chirurg intraoperativ treffen wird, ist, ob er eine Manipulation der Aorta ascendens überhaupt zuläßt oder im Sinne einer „no touch-Technik“ die Operation ohne Kanülierung, ohne Herz-Lungen-Maschine und ohne Klemmung der Aorta ascendens durchführt. Dieses Vorgehen ist durch die Entwicklung der sog. OPCAB-(Off Pump Coronary Artery Bypass-)Techniken in der Koronarchirurgie zu einer attraktiven Variante geworden. Die für OPCAB berichteten Insultraten liegen nahe 0 %, wie Tabelle 2 zeigt.

Ist eine Kanülierung der Aorta ascendens zu umgehen?

Ist eine Installierung der extrakorporalen Zirkulation notwendig, so sind im Falle einer Ascendens-Pathologie alternative arterielle Kanülierungsmethoden in Erwägung zu ziehen. In Einzelfällen sind nichtsklerotische Areale im Aorta ascendens- oder Aortenbogenbereich vorhanden und können als Kanülierungsstelle verwendet werden. Die Insertion von perkutanen High-flow-Kanülen in Seldinger-Technik bietet hier den Vorteil, daß die Kanüle in die Aorta descendens vorgeschoben und ein antegrader arterieller Perfusionsjet erreicht werden kann. Als besonders attraktiv hat sich in den letzten Jahren die A. axillaris als Inflowgefäß für den kardiopulmonalen Bypass herausgestellt [20]. Durch ihre Verwendung ist ein antegrader Strom in den Aortenbogen und in die distale Aorta gewährleistet. Die in früheren Jahren empfohlene Kanülierung der A. femoralis birgt durch den retrograden arteriellen Perfusionsjet die Gefahr von zerebralen Embolien aus der oft von der Sklerose mitbetroffenen Aorta abdominalis und Aorta ascendens.

Ist eine Aortenquerklemmung zu umgehen?

Das Setzen einer Aortenklemme, besonders das Setzen einer tangentialen Klemme für die Anlage der zentralen koronaren Bypassanastomosen, stellt bei Vorliegen einer Aorta ascendens-Sklerose ein Manöver mit erheblicher Gefahr dar. Ist die Herz-Lungen-Maschine installiert, kann die Anlage von arteriellen *In situ*-Bypassgrafts oder Y-Grafts am flimmernden Herzen erfolgen. Bei diesem Verfahren werden die peripheren koronaren Bypassanastomosen im hypothermen Flimmerstillstand ggf. unter loka-

ler Okklusion des Zielgefäßes oder unter hypothermen „low flow“-Bedingungen angelegt [21]. Bei tief hypothermer Körperkerntemperatur besteht zusätzlich die Möglichkeit, die Zirkulation für kurze Manöver, wie die Anlage einer zentralen Anastomose an die Aorta ascendens oder den Truncus brachiocephalicus, ohne signifikantes Risiko von zerebralen Folgeschäden anzuhalten.

Gibt es Möglichkeiten, Schäden durch Modifikation von Aorten-Klemmanövern zu vermeiden?

Eine Möglichkeit der Modifikation ist die Anlage der zentralen Anastomosen bei noch quergeklemmter Aorta ascendens, die sogenannte „single cross-clamp technique“. Vergleichsdaten mit dem Standardvorgehen zeigen trotz längerer myokardialer Ischämiezeit eine geringere Rate an postoperativen Myokardschäden und low cardiac output-Syndromen. Aranki und Mitarbeiter konnten ebenso eine Reduktion zerebraler Ereignisse mit diesem Verfahren dokumentieren [22]. Eine weitere Methode, die Aortenokklusion weniger invasiv zu gestalten, ist die Verwendung von Verschlußballons anstelle von Klemmen [23]. Derartige Ballons sind mittlerweile kommerziell erhältlich, der definitive Stellenwert wird in laufenden klinischen Studien überprüft.

Können Bypass-Anastomosen an die erkrankte Aorta ascendens vermieden werden? Gibt es weniger invasive Anastomosentechniken?

Neben der Anlage von arteriellen *In situ*-Grafts (A. mammaria interna beidseitig, A. gastroepiploica dextra) ist eine Reihe von extraanatomischen Bypassverfahren für eine Umgehung der Aorta ascendens bei einer schweren Atherosklerose vorgeschlagen worden. Die A. mammaria interna [24], der Tr. brachiocephalicus [25] und die A. gastroepiploica dextra [2] wurden als Bypass-Inflow vorgeschlagen. Eine typische „aortic no touch“-Situation durch Anastomosierung von venösen Bypassgrafts an die A. mammaria interna zeigt Abbildung 4. An unserer Abteilung haben wir uns besonders mit der A. axillaris als Einstromarterie für koronare Bypassgrafts beschäftigt [26, 27]. Algorithmen für eine mögliche intraoperative Vorgehensweise in Abhängigkeit vom Schweregrad der Ascendens-Sklerose zeigt Abbildung 5.

Tabelle 2: Management der Aorta ascendens-Sklerose in der Koronarchirurgie am schlagenden Herzen (OPCAB = Off Pump Coronary Artery Bypass)

| Autor | Jahr | Patienten | Insultrate |
|---------------|------|------------------|------------|
| Benetti | 1991 | 700 | 0,1% |
| Moshkovitz | 1995 | 220 | 0,4% |
| Buffolo | 1996 | 378 | 1,1% |
| Jansen | 1997 | 27 | 0,0% |
| Folliguet | 1997 | 210 | 0,05% |
| Bergsland | 1997 | 172 | 0,0% |
| Moshkovitz | 1997 | 75 (Niedrige EF) | 1,3% |
| Mohr | 1997 | 77 (Reop) | 0,0% |
| Calafiore | 1998 | 158 | 0,0% |
| Spooner | 1999 | 456 | 0,2% |
| Turner | 1999 | 100 | 0,0% |
| Cartier | 1999 | 275 | 0,7% |
| Ricci | 2000 | 97 (Alter > 80) | 0,0% |
| Hart | 2000 | 1582 | 0,6% |
| Lee | 2000 | 100 | 0,0% |
| Weinschelbaum | 2000 | 264 | 0,0% |

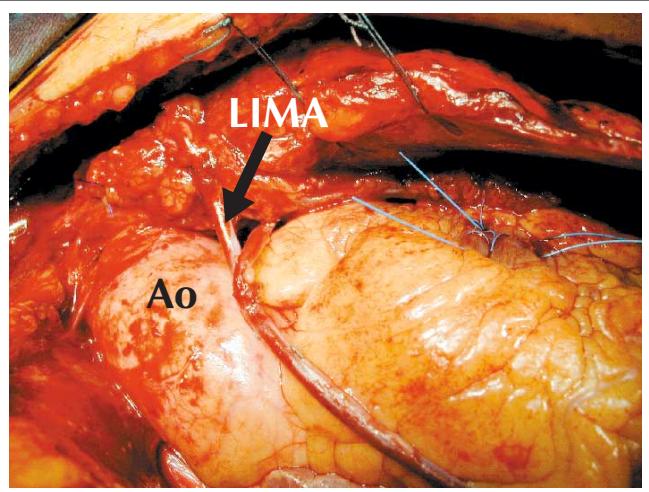


Abbildung 4: „No touch“-Vorgehen bei einer schwerst atherosklerotischen Aorta ascendens (Ao) in der Koronarchirurgie. Ein venöser Y-Bypass (Pfeil) wurde an die A. mammaria (LIMA = Left Internal Mammary Artery) anastomosiert. Etwas distal davon zweigt ein weiterer venöser Graft ab. Die Operation wurde ohne Herz-Lungen-Maschine und ohne jegliche Manipulation der Aorta ascendens durchgeführt. Neurologische Probleme traten nicht auf.

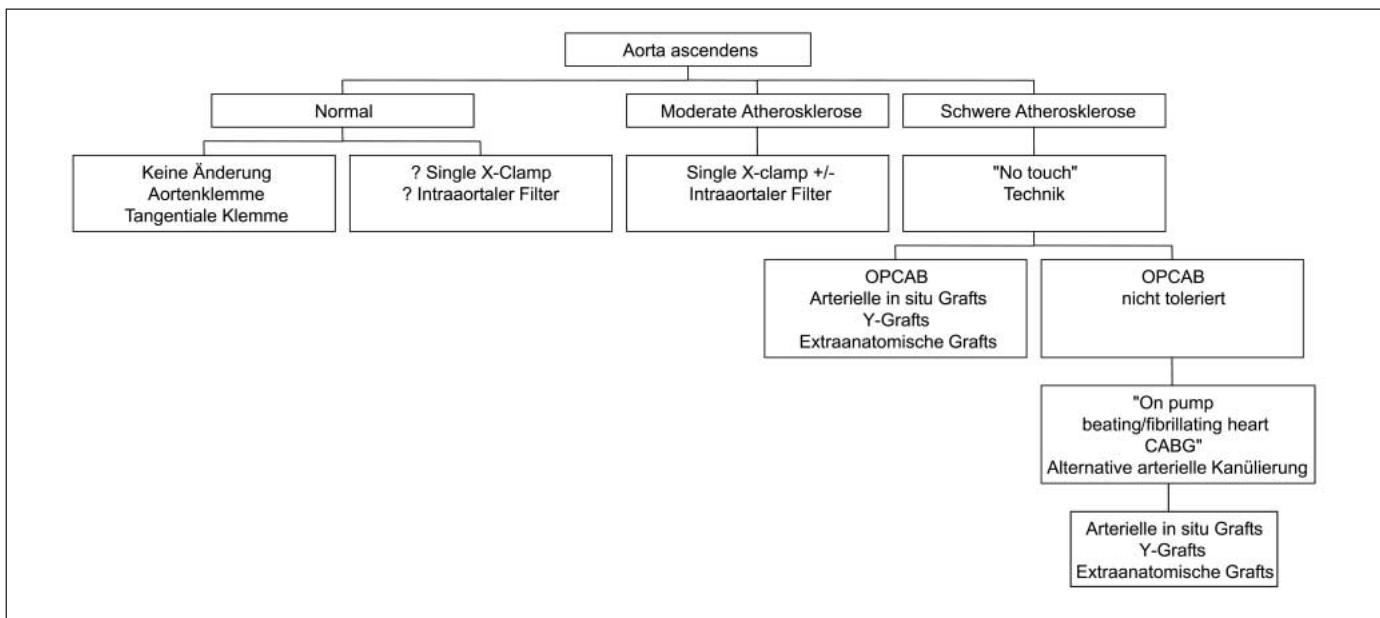


Abbildung 5: Allgemeiner Entscheidungsprozeß bei Vorliegen einer Atherosklerose der Aorta ascendens in der Koronarchirurgie. Abhängig vom Schwerograd der Sklerose wird ein „no touch“-Verfahren mit alternativen koronaren Bypassgrafts gewählt (OPCAB = Off Pump Coronary Artery Bypass, CABG = Coronary Artery Bypass Grafting).

Robicsek entwickelte ein Gerät, die sogenannte „spoon jaw clamp“, mit welchem die Anlage von zentralen Bypass-Anastomosen lokalisiert, ohne tangentiale Aortenklemmung, möglich ist [28]. Als neueste Entwicklung sind maschinelle Anastomosen-Klammer-Geräte erhältlich, mit welchen proximale Anastomosen ohne das Trauma der tangentialen Klemme angelegt werden können.

Kann embolisches Material abgefangen bzw. aus dem Strom in die zerebrale Zirkulation abgelenkt werden?

Versuche, zerebrale Embolien durch Schnürbändchen um die supraaortalen Äste in die Aorta descendens umzulenken, sind in den frühen 1980er Jahren beschrieben worden, haben sich aber als weiter verbreitetes Verfahren nicht durchgesetzt [29]. Die bereits in der Einleitung beschriebenen intraaortalen Filter stellen eine Möglichkeit dar, Emboli dezidiert „einzufangen“. Unsere eigenen Erfahrungen, welche wir in Zusammenhang mit der Teilnahme an der ICEM (International Council of Emboli Management) Multicenterstudie [5] machen konnten, zeigten eine wenig komplizierte Anwendung dieser Filter und eine signifikante Rate an bereits makroskopisch sichtbaren Embolien. In der mikroskopischen Analyse fand sich ein hoher Anteil an atherosklerotischem Material aus der Aorta ascendens, die Menge des filtrierten Materials korreliert gut mit der Frequenz von Klemmanövern.

Sind chirurgische Manöver an der Aorta ascendens unter Anwendung des Kreislaufstillstandes notwendig?

Mit der Entwicklung verfeineter Techniken des Kreislaufstillstandes in tiefer Hypothermie wurde Mitte der 1990er Jahre ein Ersatz der Aorta ascendens bei Vorliegen einer signifikanten Atherosklerose vorgeschlagen. Die Erfolgsraten mit diesem Vorgehen sind widersprüchlich [30, 31], die Anwendung eines derart invasiven Verfahrens bei der üblicherweise deutlichen Komorbidität bei den betroffenen PatientInnen ist gut zu überlegen. Auch Endarterektomien der Aorta ascendens im Kreislaufstillstand wurden beschrieben [32].

Beide Methoden, Ascendens-Ersatz und lokale Endarteriektomie, haben den Vorteil, daß eine mögliche zerebrale und systemische Emboliequelle im Langzeitverlauf

ausgeschaltet wird. Da für die Koronarchirurgie prinzipiell eine breitere Palette an Alternativmöglichkeiten vorhanden ist, kommt der Kreislaufstillstand derzeit eher für Klappeneingriffe, Operationen an der thorakalen Aorta sowie Transplantationen in Frage.

In der thorakalen Aortenchirurgie ist die Anwendung des Kreislaufstillstandes in tiefer Hypothermie zur Routine geworden bzw. meist notwendig. Mit einer primären Kühlung des Patienten, prothetischem Ersatz des erkrankten Aortensegments und anschließender Kanülierung und Perfusion über die eingenähte Prothese läßt sich die Klemmung einer in diesem Krankengut oft schwerst atherosklerotisch veränderten Aorta ascendens vermeiden.

Sehr selten, vor allem bei PatientInnen mit ischämischer Kardiomyopathie, stellt eine atherosklerotische Aorta ascendens bei der Herztransplantation ein intraoperatives Problem dar. Auch in diesem Fall wäre folgendes Vorgehen praktikabel: Kühlung des Patienten auf tiefe Hypothermie, Exzision des erkrankten Empfängerherzens und Prothesenersatz der Aorta ascendens, Implantation des Spenderherzens in der Aufwärmphase mit aortaler Anastomose an die Prothese.

Schlußfolgerung

Die in dieser Übersicht dargestellten diagnostischen und chirurgischen Möglichkeiten bei Vorliegen einer schweren Atherosklerose der Aorta ascendens mögen zeigen, daß die in früheren Jahren häufig eingenommene, nihilistische Haltung gegenüber diesem Problem der Vergangenheit angehören sollte.

An den abklärenden Kardiologen geht der Auftrag, Hinweise auf das Vorliegen der Erkrankung für die Chirurgie aufzuarbeiten und entsprechend zu dokumentieren. Der Herzchirurg hat dem Problem ebenfalls eine verstärkte Aufmerksamkeit entgegenzubringen. Es stehen heute verschiedene Operationsmodifikationen zur Verfügung, welche bei gezielter Anwendung das signifikante zerebrale und periphere Embolierisiko bei PatientInnen mit Ascendens-Sklerose senken können.

Literatur:

1. Lynn GM, Stefanko K, Reed JF 3rd, Gee W, Nicholas G. Risk factors for stroke after coronary artery bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 104: 1518–23.
2. Mills NL, Everson CT. Atherosclerosis of the ascending aorta and coronary artery bypass. Pathology, clinical correlates, and operative management. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 102: 546–53.
3. Barbut D, Yao FS, Lo YW, Silverman R, Hager DN, Trifiletti RR, Gold JP. Determination of size of aortic emboli and embolic load during coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1997; 63: 1262–7.
4. Hammon JW Jr, Stump DA, Kon ND, Cordell AR, Hudspeth AS, Oaks TE, Brooker RF, Rogers AT, Hilbawi R, Coker LH, Troost BT. Risk factors and solutions for the development of neurobehavioral changes after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1997; 63: 1613–8.
5. Harringer W. Capture of particulate emboli during cardiac procedures in which aortic cross-clamp is used. International Council of Emboli Management Study Group. *Ann Thorac Surg* 2000; 70: 1119–23.
6. Roach GW, Kanchuger M, Magnano CM, Newman M, Nussmeier N, Wolman R, Aggarwal A, Marschall K, Graham SH, Ley C, Ozanne G, Mangnano DT. Adverse cerebral outcomes after coronary bypass surgery. *NEJM* 1997; 335: 1857–63.
7. Moshkovitz Y, Paz Y, Shabtai E, Cotter G, Amir G, Smolinsky AK, Mohr R. Predictors of early and overall outcome in coronary artery bypass without cardiopulmonary bypass. *Eur J Cardiothorac Surg* 1997; 12: 31–9.
8. Wareing TH, Davila Roman VG, Daily BB, Murphy SF, Schechtman KB, Barzilai B, Kouchoukos NT. Strategy for the reduction of stroke incidence in cardiac surgical patients. *Ann Thorac Surg* 1993; 55: 1400–7.
9. Wareing TH, Davila Roman VG, Barzilai B, Murphy SF, Kouchoukos NT. Management of the severely atherosclerotic ascending aorta during cardiac operations. A strategy for detection and treatment. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 103: 453–62.
10. Davila Roman VG, Barzilai B, Wareing TH, Murphy SF, Schechtman KB, Kouchoukos NT. Atherosclerosis of the ascending aorta. Prevalence and role as an independent predictor of cerebrovascular events in cardiac patients. *Stroke* 1994; 25: 2010–6.
11. Choudhary SK, Bhan A, Sharma R, Reddy SC, Airan B, Narang S, Venugopal P. Aortic atherosclerosis and perioperative stroke in patients undergoing coronary artery bypass: role of intra-operative transesophageal echocardiography. *Int J Cardiol* 1997; 61: 31–8.
12. Brener BJ, Brief DK, Alpert J, Goldenkranz RJ, Parsonnet V, Feldman S, Gielchinsky I, Abel RM, Hochberg M, Hussain M. A four-year experience with preoperative noninvasive carotid evaluation of two thousand twenty-six patients undergoing cardiac surgery. *J Vasc Surg* 1984; 1: 326–38.
13. Landymore R, Kinley CE, Breslau PJ, Fell G, Ivey TD, Bailey WW, Miller DW, Strandness DE Jr. Classification and management of the diseased ascending aorta during cardiopulmonary bypass. Carotid arterial disease in patients undergoing coronary artery bypass operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1981; 82: 765–7.
14. Ohteki H, Itoh T, Natsuaki M, Minato N, Suda H. Intraoperative ultrasonic imaging of the ascending aorta in ischemic heart disease. *Ann Thorac Surg* 1990; 50: 539–42.
15. Liel-Cohen N, Hunziker PR. Transthoracic echocardiography identifies stroke patients free from thoracic aortic atherosclerosis. *Circulation* 1998; Suppl I: 100.
16. Blauth CI, Cosgrove DM, Webb BW, Ratliff NB, Boylan M, Piedmonte MR, Lytle BW, Loop FD. Atheroembolism from the ascending aorta. An emerging problem in cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 103: 1104–11.
17. Marshall WG, Jr., Barzilai B, Kouchoukos NT, Saffitz J. Intraoperative ultrasonic imaging of the ascending aorta. *Ann Thorac Surg* 1989; 48: 339–44.
18. Ura M, Sakata R, Nakayama Y, Goto T. Ultrasonographic demonstration of manipulation-related aortic injuries after cardiac surgery. *J Am Coll Cardiol* 2000; 35: 1303–10.
19. Reid DA, Sommerhaug RG, Wolfe SF. Manipulating the diseased thoracic aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983; 85: 639.
20. Sabik JF, Lytle BW, McCarthy PM, Cosgrove DM. Axillary artery: an alternative site of arterial cannulation for patients with extensive aortic and peripheral vascular disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 109: 885–90.
21. Bar El Y, Goor DA. Clamping of the atherosclerotic ascending aorta during coronary artery bypass operations. Its cost in strokes. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 104: 469–74.
22. Aranki SF, Rizzo RJ, Adams DH, Couper GS, Kinchla NM, Gildea JS, Cohn LH. Single-clamp technique: an important adjunct to myocardial and cerebral protection in coronary operations. *Ann Thorac Surg* 1994; 58: 296–302.
23. Liddicoat JR, Doty JR, Stuart RS. Management of the atherosclerotic ascending aorta with endoaortic occlusion. *Ann Thorac Surg* 1998; 65: 1133–5.
24. Peigh PS, DiSesa VJ, Collins JJ, Jr., Cohn LH. Coronary bypass grafting with totally calcified or acutely dissected ascending aorta. *Ann Thorac Surg* 1991; 51: 102–4.
25. Weinstein G, Killen DA. Innominate artery-coronary artery bypass graft in patient with calcific aortitis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1980; 79: 312–3.
26. Bonatti J, Hangler H, Antretter H, Müller LC. Axillocoronary bypass for severely atherosclerotic aorta in coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 115: 956–7.
27. Bonatti J, Hangler H, Oturanlar D, Posch L, Muller LC, Voelkel W, Schwarz B, Bodner G. Beating heart axillocoronary bypass for management of the untouchable ascending aorta in coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999; 16 (Suppl 2): S18–S23.
28. Robicsek F. Aortic spoon-jaw clamp for aorto-saphenous vein anastomosis. *J Card Surg* 1995; 10: 583–5.
29. Landymore R, Spencer F, Colvin S, Culliford A, Trehan N, Cartier P, Floten S. Management of the calcified aorta during myocardial revascularization. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1982; 84: 455–6.
30. Kouchoukos NT, Wareing TH, Daily BB, Murphy SF. Management of the severely atherosclerotic aorta during cardiac operations. *J Card Surg* 1994; 9: 490–4.
31. King RC, Kanithanon RC, Shockley KS, Spotnitz WD, Tribble CG, Kron IL. Replacing the atherosclerotic ascending aorta is a high-risk procedure. *Ann Thorac Surg* 1998; 66: 396–401.
32. Vogt PR, Hauser M, Schwarz U, Jenni R, Lachat ML, Zund G, Schupbach RW, Schmidlin D, Turina MI. Complete thrombendarterectomy of the calcified ascending aorta and aortic arch. *Ann Thorac Surg* 1999; 67: 457–61.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

Medizintechnik-Produkte



Neues CRT-D Implantat
Intica 7 HFT QP von Biotronik



Artis pheno
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH



Philips Azurion:
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3
Labotect GmbH



InControl 1050
Labotect GmbH

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

Bestellung e-Journal-Abo

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)