

Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauserkrankungen

Möglichkeiten der endoskopischen Herzchirurgie unter Verwendung des da Vinci™-Operationsroboters

Dogan S, Moritz A

Wimmer-Greinecker G

Journal für Kardiologie - Austrian

Journal of Cardiology 2000; 7 (6)

242-245

Homepage:

www.kup.at/kardiologie

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche



Offizielles
Partnerjournal der ÖKG



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

Veranstungskalender

Hybrid-Veranstaltungen der Herausgeber des **Journals für Kardiologie**

Finden Sie alle laufend aktualisierten Termine
auf einem Blick unter

www.kup.at/images/ads/kongress.pdf

Möglichkeiten der endoskopischen Herzchirurgie unter Verwendung des da Vinci™-Operationsroboters

S. Dogan, G. Wimmer-Greinecker, A. Moritz

Mit der Einführung des da Vinci™-Operationsroboters steht ein neues Werkzeug zur Verfügung, welches das Spektrum der minimalinvasiven Operationstechniken erweitert und totalendoskopische Operationen am Herzen ermöglicht. Seit Juni 1999 wurden an unserer Klinik 30 roboterunterstützte Eingriffe am Herzen durchgeführt. Das Spektrum der durchgeführten Operationen umfaßt totalendoskopische Bypassoperationen (TECAB) mit links- oder rechtsseitigem A. mamma-Bypass (LIMA oder RIMA) zum R. interventricularis anterior (RIVA) oder zur rechten Kranzarterie (RCA), aber auch Zweifachbypasseingriffe als sequentieller Mammariabypass zum RIVA und zum R. diagonalis. Sogar bilaterale A. mamma-Versorgung des RIVA und der RCA ist mit computerunterstützter Telemanipulation erfolgreich realisiert worden. Des weiteren ist bei drei Patienten ein Atrium-Septum-Defekt in totalendoskopischer Technik sowohl mit Direktnaht als auch mit Patchverschluß korrigiert worden. Die durchschnittliche Operationszeit der 13 „closed chest“-Bypasspatienten betrug 354 ± 10 Minuten, die extrakorporale Zirkulationszeit 167 ± 11 Minuten und die Aortenklammzeit 65 ± 7 Minuten. Außer drei Patienten hatten alle einen unkomplizierten postoperativen Verlauf und wurden in gutem Allgemeinzustand nach Hause entlassen. Bei zwei Patienten nach TECAB war eine Rethorakotomie wegen Blutung bzw. Perikardtamponade erforderlich. Eine Patientin wurde reanimationspflichtig als Folge einer vasoplegiebedingten Hypovolämie. Alle TECAB-Patienten wurden vor Entlassung aus dem Krankenhaus nachangiographiert und zeigten exzellente angiographische Ergebnisse. Wir haben gezeigt, daß computerunterstützte totalendoskopische Einfach- und Zweifachbypassoperationen sowie ASD-Verschlüsse mit dem da Vinci™-Telemanipulationssystem durchführbar sind. Obwohl eine gewisse Lernphase erforderlich ist, sind die initialen klinischen und funktionellen Ergebnisse gut. Die computerunterstützte endoskopische Operationstechnik sowie die Port Access-Kanülierung sind jedoch sehr komplex. Dadurch und durch das schwierigere anästhesiologische Management sind die Eingriffe anspruchsvoll und die Eingriffszeiten gegenüber konventionellen Methoden deutlich verlängert. Alle postulierten Vorteile der roboterunterstützten Technik müssen abgesehen von dem offensichtlichen kosmetischen Aspekt durch weitere Studien näher untersucht werden.

With computer enhanced telemanipulation a new powerful tool has been added to minimally invasive cardiac surgery to enable totally endoscopic procedures in open heart surgery. Between June 1999 and February 2000, a total of 30 totally endoscopic computer assisted procedures were performed at our institution using the da Vinci™ telemanipulation system. The spectrum of cardiac procedures performed comprised totally endoscopic single left and right sided mammary artery bypass (LIMA or RIMA) to either the left anterior descending artery (LAD) or right coronary artery (RCA) or sequential LIMA bypass to the LAD and first diagonal branch. Even bilateral mammary artery bypass has been accomplished using computer enhanced telemanipulation. The closure of atrial septal defects (ASD) has been performed in closed chest technique using a direct suture or a dacron patch. Mean operating time of the 13 totally endoscopic bypass (TECAB) patients was 354 ± 10 min, bypass time 167 ± 11 min, and mean cross clamp time 65 ± 7 min. All patients except for three had a normal postoperative course and were discharged after uneventful recovery. Two of these three patients after TECAB had reexploration via a median sternotomy due to pericardial tamponade or bleeding. One patient was resuscitated after a double vessel revascularisation attempt due to an extremely hypovolemic status. All TECAB patients showed excellent angiographic results prior to discharge. Using the da Vinci™ telemanipulation system we have shown the feasibility of single and double vessel TECAB and closure of ASD with good clinical results after a short learning curve. However, due to the complexity of the endoscopic telemanipulation technique, the endocannulation and endoclamping and the challenging anesthesiologic management the duration of the procedures is prolonged and demanding. All postulated benefits of totally endoscopic surgery have to be proven by further investigations, except for the evident excellent cosmetic results. *J Kardiolog* 2000; 7: 242–245

In den letzten Jahren sind die Ergebnisse der konventionellen herzchirurgischen Bypass- und Klappenoperationen über eine mediane Sternotomie unter Einsatz der Herz-Lungen-Maschine so gut geworden, daß die perioperative Mortalität auf etwa 3–5 % reduziert werden konnte [1, 2]. Die perioperative Morbidität hingegen ist mit Zunahme des Durchschnittsalters der Patienten und mit zunehmender Inzidenz von Begleiterkrankungen eher angestiegen, so daß neue, sog. minimalinvasive Operationstechniken entwickelt wurden, um den Patienten zu schonen und somit die postoperative Erholung zu beschleunigen. Hierzu sind zwei unterschiedliche Prinzipien verfolgt worden. Zum einen wurde in der Koronarbypasschirurgie zunehmend am schlagenden Herzen operiert und somit der Einsatz der Herz-Lungen-Maschine (HLM) vermieden (OPCAB: off pump coronary artery bypass) [3–5]. Dadurch konnten die inflammatorische Ganzkörperreaktion und die Leukozytenaktivierung reduziert und die Ischämie des Myokards sowie neurologische Schäden begrenzt werden [6, 7]. Diese „off pump“-Techniken sind durch Einführung mechanischer Stabilisatoren verfeinert worden, so daß die Qualität der am schlagenden Herzen gefertigten Anastomosen verbessert wurde [8].

Bei der MIDCAB-Operation (minimally invasive direct coronary artery bypass) wird dieses Prinzip dadurch ergänzt, daß als operativer Zugang eine anterolaterale Minithorakotomie (LAST: left anterolateral small thoraco-

tomy) gewählt wird, um so einen linksseitigen A. mamma-Bypass zum R. interventricularis anterior (RIVA) und/oder R. diagonalis (RD) anzulegen. Dieser limitierte chirurgische Zugang stellt das zweite Grundprinzip der minimalinvasiven Herzchirurgie dar. Durch die Begrenzung des chirurgischen Zuganges können in vielen Fällen Schmerzen reduziert, der Blutverlust gesenkt und die postoperative Mobilisierung beschleunigt werden [8–10]. Die Durchführung von Mehrfachbypassoperationen über eine Minithorakotomie wurde jedoch erst mit Einführung des Port Access™-Systems der Firma Heartport ermöglicht, weil ein femoro-femorale Bypass die Kanülen für die HLM aus dem Operationsfeld entfernt und die Aorta über eine Endo-Ballonklemme okkludiert wird [11–13].

Eine maximale Reduktion des operativen Zuganges im Sinne einer echten Portchirurgie konnte erst mit Einführung von Operationsrobotern realisiert werden. Derzeit sind das AESOP- und das ZEUS-System der Firma Computer Motion (Santa Barbara, CA) sowie das da Vinci™-System der Firma Intuitive Surgical (Mountainview, CA), mit dem wir in Frankfurt arbeiten, in der Herzchirurgie im Einsatz [14–17].

Robotersystem AESOP und ZEUS (Computer Motion)

Das AESOP-System besteht aus einem sprachgesteuerten Kamerahalterarm, der am Operationstisch befestigt

Von der Klinik für Thorax-, Herz- und thorakale Gefäßchirurgie, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main.

Korrespondenzadresse: Prof. Dr. med. Anton Moritz, Klinik für Thorax-, Herz- und thorakale Gefäßchirurgie, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Theodor Stern Kai 7, D-60590 Frankfurt am Main

wird. Der Operateur kann durch Ein- bis Zwei-Wort-Befehle ein zweidimensionales Endoskop steuern, das zur endoskopischen Mammariapräparation bei MIDCAB- oder Port Access-Mehrfachrevaskularisationen oder bei minimal-invasiven Mitralklappenoperationen eingesetzt werden kann. Der Vorteil liegt in einem stabilen, bewegungsfreien Bild.

Das ZEUS-System besteht aus dem AESOP-Kameraarm und zwei Arbeitsarmen, die am OP-Tisch befestigt werden. Der Chirurg steuert die Roboterarme, welche durch Ports in den Thorax eingeführt werden, von einer entfernt positionierten Steuerkonsole aus, wobei die Bewegungen online auf die Instrumente an den Roboterarmen übertragen werden.

Der wesentliche Nachteil dieses Robotersystems besteht in der fehlenden Artikulation der Instrumentenspitzen, so daß Bewegungen nicht in alle Richtungen ausgeführt werden können.

Robotersystem da Vinci™ (Intuitive Surgical)

Das Robotersystem der Firma Intuitive Surgical (Mountainview, CA) besteht aus zwei wesentlichen Komponenten: Der erste Bestandteil ist eine Steuerkonsole (master unit), an welcher der Chirurg sitzt und über ein direktes Telemanipulations-System und ein dreidimensionales Videosichtsystem den Roboter fernsteuert. Die zweite Komponente ist der Roboter selbst (slave unit). Dieser verfügt über zwei Arbeitsarme sowie einen Kameraarm, an dem ein Stereo-Videoendoskop mit bis zu 10facher Vergrößerung befestigt ist. Alle drei Arme werden über 10 mm große Ports in den Thorax des Patienten eingeführt (Abb. 1). Die Bewegungen des Operateurs an der Steuerkonsole werden mit Hilfe einer variablen, skalierbaren Übersetzung in Mikrobewegungen der beiden am Operationsfeld befindlichen mikrochirurgischen Instrumente übertragen. Ein möglicher Tremor des Chirurgen wird dabei herausgefiltert. Damit können viele Operationen endoskopisch durchgeführt werden, bei denen die konventionelle Endoskopie mit ihren langen, starren Instrumenten an ihre Grenzen stößt. Ein wesentlicher Vorteil des da Vinci™-Roboters liegt in der sogenannten „endo wrist“-Technologie: Die Instrumentenspitzen besitzen kleine Gelenke, wodurch Bewegungen mit sechs Freiheitsgraden in fast allen Richtungen möglich sind.

Wir haben im Juni 1999 die ersten endoskopischen Herzoperationen mit Hilfe des da Vinci™-Robotersystems der Firma Intuitive Surgical durchgeführt. Der AESOP-Ka-

meraarm von Computer Motion wurde nur bei einzelnen Patienten bei Mitralklappeneingriffen eingesetzt.

Patienten und Methoden

Das Alter der 13 TECAB-Patienten betrug $63,3 \pm 8,2$ (SEM) Jahre. Neun Patienten hatten eine koronare Eingefäßerkrankung mit signifikanter proximaler Stenose des RIVA. Eine Patientin wies eine hochgradige ostiale Stenose der RCA auf. Zwei Patienten hatten signifikante Stenosen des RIVA und des ersten Diagonalastes. Alle Patienten wurden bei Z. n. Rezidivstenose nach PTCA bzw. erhöhtem PTCA-Risiko bei komplexen Läsionen zur minimal-invasiven Revaskularisation zugewiesen. Die durchschnittliche linksventrikuläre Ejektionsfraktion betrug $65 \pm 16 \%$. Eine relevante Komorbidität hinsichtlich peripherer arterieller Verschlusskrankheit oder eine eingeschränkte Lungenfunktion wurden ausgeschlossen.

Die Patienten wurden nach Anästhesieeinleitung mit einem Doppellumentubus zur Einlungenanästhesie sowie mit zwei Radialis-Kathetern zur invasiven Blutdruckmessung vorbereitet. Intraoperativ wurde sowohl die Port Access™-Kanülierung als auch die Position der endo-aortalen Ballonklemme mittels transösophagealer Echokardiographie (TEE) routinemäßig überwacht. Ein perkutaner Pulmonalarterien-Venenkatheter wurde zur zusätzlichen Entlastung des Herzens über die V. jugularis interna plaziert.

Bei ASD-Patienten wurde zur selektiven Drainage des rechten Atriums eine 21 F-Kanüle perkutan via V. jugularis interna in die obere Hohlvene vorgeschoben.

Operationstechnik

Bei der endoskopischen, computerunterstützten Revaskularisation des RIVA und/oder des Diagonalastes mit der LIMA wird ein linksthorakaler Zugang gewählt. Zur Bypassversorgung der RCA mit RIMA und bilateraler Mammariaversorgung des RIVA und der RCA sowie beim endoskopischen ASD-Verschluss ist ein rechtsseitiger Zugang erforderlich. In den meisten Fällen kommt man mit drei 1 cm großen Ports aus, ein Port für das Videoendoskop und zwei für die beiden Arbeitsarme. Beim ASD-Verschluss ist eine zusätzliche vierte Stichinzision zur konventionellen transthorakalen Assistenz notwendig. Der eigentliche operative Eingriff wird unter vollständiger endoskopischer Führung mit dem Telemanipulator von der Steuerkonsole aus ausgeführt. Abbildung 2 zeigt die Naht einer Anastomose mit dem Telemanipulator. Zwei der Ports werden am Ende der Operation als Austrittsstelle für Thoraxdrainagen verwendet. Das klinische Bild nach ASD-Verschluss ist in Abbildung 3 und nach totalendoskopischem LIMA-Bypass zum RIVA in Abbildung 4 dargestellt.

Ergebnisse

Insgesamt wurden bisher weltweit 500 herzchirurgische, allgemein chirurgische und gynäkologische Eingriffe mit dem da Vinci™-Robotersystem durchgeführt. An der Universitätsklinik Frankfurt haben wir seit Juni 1999 30 Patienten mit Roboterunterstützung operiert. Bei den ersten sieben Patienten wurden Teilschritte der Operation, wie z. B. Mammariapräparation oder Anastomosenanlage, durch Telemanipulation ausgeführt und der Brustkorb geplant



Abbildung 1: Intraoperativer Situs eines totalendoskopischen ASD-Verschlusses mit dem da Vinci™-Robotersystem

entweder durch mediane Sternotomie oder durch linksseitige Minithorakotomie eröffnet. Nach dieser initialen Trainingsphase wurden 23 Patienten in totalendoskopischer Technik als sog. „closed chest“-Operation geplant.

Von diesen 23 Patienten hatten neun Patienten einen totalendoskopischen Eingriff mit LIMA-Bypass zum RIVA. In Abbildung 4 ist ein solcher Bypasspatient dargestellt. Eine Patientin erhielt einen RIMA-Bypass zur RCA. Zwei Patienten wurden mit einem Zweifachbypass mit LIMA zum RIVA und sequentiell zum R. diagonalis versorgt (Abbildung 5). Ein Patient erhielt einen bilateralen A. mamma-Bypass mit LIMA zum RIVA und RIMA zur RCA. Bei drei Patienten wurde ein ASD über einen rechtsseitigen Zu-

gang in „closed chest“-Technik verschlossen (Abbildung 3). Bei sieben weiteren wurde die Operation aus technischen Gründen intraoperativ zu einer kleinen Thorakotomie bzw. partiellen oder kompletten Sternotomie erweitert.

Die durchschnittliche Operationszeit der 13 „closed chest“-Bypasspatienten war verglichen mit Standardoperationstechniken deutlich verlängert und betrug 354 ± 10 Minuten, die extrakorporale Zirkulationszeit 167 ± 11 Minuten und die Aortenklemmzeit 65 ± 7 Minuten. Die postoperative Beatmungszeit betrug 11 ± 4 Stunden, der gesamte Aufenthalt auf der Intensivstation 19 ± 3 Stunden und der Krankenhausaufenthalt 9 ± 1 Tage. Alle Patienten zeigten vor der Entlassung aus dem Krankenhaus ein gutes angiographisches Ergebnis der endoskopisch angelegten Bypässe (Abbildung 5). Die ASD-Patienten zeigten ebenfalls eine normale echokardiographische Kontrolle vor Entlassung.



Abbildung 2: Endoskopische Naht einer Anastomose mit dem Roboter (da Vinci™-System)



Abbildung 3: Patient nach totalendoskopischem ASD-Verschuß am 6. postoperativen Tag



Abbildung 4: Patient mit linksseitigem Zugang: linker A. mamma-Bypass zum R. interventricularis anterior in totalendoskopischer Technik, 2 Monate postoperativ



Abbildung 5: Postoperative Kontrollangiographie eines Patienten mit sequentiellem A. mamma-Bypass zum R. interventricularis anterior und zum R. diagonalis in totalendoskopischer Technik

Komplikationen

Von den 23 versuchten „closed chest“-Operationen wurde bei 16 Patienten der Eingriff als totalendoskopische Operation beendet. Bei fünf Patienten, die einen „closed chest“-Zweifachbypass bekommen sollten, war aus operationstechnischen Gründen eine kontrollierte intraoperative Konversion in eine Minithorakotomie ($n = 3$) oder eine mediane Sternotomie ($n = 2$) notwendig. Zwei Patienten mit geplantem Single-Bypass LIMA zum RIVA mußten intraoperativ in eine Minithorakotomie konvertiert werden, weil eine Anastomosenblutung bzw. eine verlängerte Ischämiezeit des Herzens über zwei Stunden bestand. Bei einer ASD-Patientin wurde frühzeitig in eine Minithorakotomie konvertiert, weil die Port Access-Endoklemme nicht funktionierte. All diese Konversionen waren nicht mit dem Robotersystem selbst assoziiert, sondern durch die Schwierigkeit der endoskopischen Technik oder der Port Access-Kanülierung bedingt. Bis auf drei Patienten hatten alle einen normalen postoperativen Verlauf und wurden in gutem Allgemeinzustand nach Hause entlassen.

Ein Patient nach TECAB mit LIMA zum RIVA mußte wegen einer Perikardtamponade früh postoperativ rethorakotomiert werden. Eine Patientin wurde nach vollendetem totalendoskopischer Zweifachrevaskularisation wegen hämodynamischer Instabilität noch im Operationssaal konvertiert. Als Ursache fand sich jedoch ein schwerer vasoplegiebedingter Volumenmangel. Ein dritter Patient nach Zweifachrevaskularisation hatte eine relevante Nachblutung aus der Anastomose und mußte deshalb rethorakotomiert werden.

Diskussion

Wir haben in dieser initialen Serie die Durchführbarkeit von totalendoskopischen Einfach- und Mehrfachbypassoperationen sowie ASD-Verschlüssen demonstriert. Die Schwierigkeit liegt derzeit jedoch in der komplexen, roboterunterstützten endoskopischen Operationstechnik, die verlängerte Operationszeiten erfordert. Das da Vinci™-System bietet eine exzellente dreidimensionale Visualisierung des Operationsfeldes und durch Einsatz der „endo wrist™“-Technologie eine gute Beweglichkeit der Instrumentenspitzen mit sechs Freiheitsgraden. Somit stellt diese Form der endoskopischen Arbeit einen erheblichen Fortschritt zu konventionellen endoskopischen Verfahren mit 2-D-Bildgebung und langen, schlecht beweglichen Instrumenten dar. Zeitaufwendige Instrumentenwechsel, das Einbringen und Entfernen von Nähten und die Schwierigkeit der räumlichen Orientierung machen die endoskopische Technik derzeit noch nicht zu Standardtechniken konkurrenzfähig. Außerdem ist die Prozedur zusätzlich durch die Technik der Endo-Kanülierung erschwert, welche die Operationszeit noch verlängert. Eine Möglichkeit ist die Weiterentwicklung der roboterunterstützten endoskopischen Technik mit der Entwicklung von endoskopischen Stabilisatoren, um Eingriffe am schlagenden Herzen zu ermöglichen. Erste Ansätze dazu sind bereits im Herzzentrum Leipzig realisiert worden.

Weiterhin stellt die neue Konstellation im OP-Saal, die den Chirurgen an der Steuerkonsole (und nicht am OP-Tisch) positioniert, eine neue Herausforderung hinsichtlich Kommunikation mit dem Assistenten, dem Kardiotechniker und den Anästhesisten dar. Diese Anforderungen können nur mit erheblicher Disziplin erfüllt werden.

Was die Zahl der Konversionen betrifft, muß betont werden, daß diese Zusammenstellung auch die ersten Patienten unserer Lernkurve enthält und im Zweifelsfall frühzeitig thorakotomiert wurde. Es ist zu erwarten, daß, ähnlich wie in der Entwicklung der endoskopischen Gallenchirurgie, mit zunehmender Erfahrung und Weiterentwicklung des Roboters selbst und der dazugehörigen Instrumente wie auch des Port Access-Systems die Operationszeiten in Zukunft verkürzt werden können.

Die roboterunterstützte Herzchirurgie ermöglicht die komplett endoskopische „Knopfloch“-Chirurgie. Chirurgische und technische Entwicklungen müssen die derzeit noch langen und komplexen Eingriffe vereinfachen und damit breiter anwendbar machen.

Literatur

1. Vogt A, Grube E, Glunz HG, et al. Determinants of mortality after cardiac surgery: results of the registry of the Arbeitsgemeinschaft Leitender Kardiologischer Krankenhausärzte (ALKK) on 10525 patients. *Eur Heart J* 2000; 21: 28–32.
2. Sezaï Y, Tsukamoto S. Coronary artery surgery results 1996. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 4: 103–6.
3. Jansen EW, Lahpor JR, Borst C, et al. Off-pump coronary artery bypass grafting: how to use the Octopus Tissue Stabilizer. *Ann Thorac Surg* 1998; 66: 576–9.
4. Jansen EW, Borst C, Lahpor JR, et al. Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass using the octopus method: results in the first hundred patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 116: 60–7.
5. Hirose H, Amano A, Yoshida S, et al. Emergency off-pump coronary artery bypass grafting under a beating heart. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 5: 304–9.
6. Wan S, Yim AP. Cytokines in myocardial injury: impact on cardiac surgical approach. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999; 16: S107–11.
7. Anderson RE, Hansson LO, Vaage J. Release of S100B during coronary artery bypass grafting is reduced by off pump surgery. *Ann Thorac Surg* 1999; 67: 1721–5.
8. Diegeler A, Martin M, Kayser S, et al. Angiographic results after minimally invasive coronary artery bypass surgery using the minimally invasive direct coronary bypass grafting (MIDCAB) approach. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999; 15: 680–4.
9. Mack MG. Perspectives on minimally invasive coronary artery surgery. Current. Assessment and future directions. *Int J Cardiol* 1997; 62 (Suppl 1): S73–9.
10. Talwalkar NG, Cooley DA. Minimally invasive coronary artery bypass grafting: A review. *Cardiol Rev* 1998; 6: 345–9.
11. Reichenspurner H, Guliemos V, Wunderlich J, Dangel M, Wagner FM, Pompili MF, Stevens JH, Ludwig J, Daniel WG, Schuler S. Port-Access coronary artery bypass grafting with the use of cardiopulmonary bypass and cardioplegic arrest. *Ann Thorac Surg* 1998; 65: 413–9.
12. Schwartz DS, Ribakove GH, Grossi EA, Schwartz JD, Buttenheim PM, Baumann FG, Colvin SB, Galloway AC. Single and multivessel port-access coronary artery bypass grafting with cardioplegic arrest: technique and reproducibility. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997; 114: 46–52.
13. Reichenspurner H, Boehm DH, Welz A, Schmitz C, et al. Minimally invasive coronary artery bypass grafting: Port Access approach versus off pump techniques. *Ann Thorac Surg* 1998; 66: 1036–40.
14. Boehm DH, Reichenspurner H, Gulbins H, Detter C, Meiser B, Brenner P, Habazettl H, Reichart B. Early experience with robotic technology for coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 1999; 68: 1542–6.
15. Damiano RJ Jr, Ehrman WJ, Ducko CT, Tabaie HA, Stephenson ER Jr, Kingsley CP, Chambers CE. Initial United States clinical trial of robotically assisted endoscopic coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 119: 77–82.
16. Loulmet D, Carpentier A, d'Attellis N, Berrebi A, Cardon C, Ponzio O, Aupeple B, Relland JY. Endoscopic coronary artery bypass grafting with the aid of robotic assisted instruments. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 1: 4–10.
17. Autschbach R, Falk V, Walther T, Diegeler A, Mohr FW. Roboter-Techniken. *Z Kardiol* 1999; 10 (Suppl 4): S42–S46.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

☒ Medizintechnik-Produkte



Neues CRT-D Implantat
Intica 7 HF-T 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