

Aktuelle Aspekte der Rhythmuschirurgie

W. Hemmer, C. Starck

Sana Herzchirurgische Klinik Stuttgart
Herdweg 2, 70174 Stuttgart

1 Einleitung

Ziel der chirurgischen Behandlung von Rhythmusstörungen ist die kurative Behandlung supraventrikulärer und ventrikulärer Arrhythmien durch eine Beseitigung oder Modifikation des arrhythmogenen Substrats. Seit dem ersten erfolgreichen Eingriff durch Sealy 1968 (in [Lo97]) lag bis Beginn der neunziger Jahre ein Schwerpunkt in der Therapie des WPW-Syndroms. Auch wurden fokale atriale und AV-Knoten-Reentry – Tachykardien operativ therapiert. Angesichts der heutigen Möglichkeiten der Katheterablation [St97] sind die entsprechenden Operationstechniken inzwischen als weitgehend historisch zu betrachten. Basierend auf den grundlegenden Arbeiten von Cox [Co91a, Co91b, Co95a, Co95b] entwickelte sich dagegen die operative Behandlung des Vorhofflimmerns durch die Maze-Operationen und ihre Modifikationen während der letzten Jahre zu einer neuen chirurgischen Herausforderung.

Die unbefriedigenden Langzeitergebnisse einer medikamentösen Therapie und die sehr schlechte Spontanprognose von malignen ventrikulären Arrhythmien führten zur Entwicklung rhythmuschirurgischer Operationsverfahren. Wichtige Techniken, die grundlegenden Prinzipien werden heute noch angewendet, sind die "encircling endocardial ventriculotomy" (Guiraudon 1978, in [Lo97]) und die umschriebene, mapping-geführte Endokardresektion (Harken 1979, in [Lo97]). In den achtziger Jahren war ein entsprechender Eingriff mit bisweilen hohem Risiko oft die einzige Option für diese schwerkranken Patienten. Mit der Einführung und sprunghaften Weiterentwicklung von implantierbaren Defibrillatoren steht seit einem Jahrzehnt eine sinnvolle Alternative zur Verfügung, die allerdings im Gegensatz zur antitachykarden Operation nur eine palliative Therapie darstellt. Somit hat die Chirurgie von ventrikulären Arrhythmien weiterhin ihren Stellenwert als kurative Behandlungsform, kann heute aber Patienten mit günstigen Befunden, d.h. hohe Erfolgswahrscheinlichkeit bei niedrigem Operationsrisiko, vorbehalten bleiben.

2 Maze - Operation und modifizierte Techniken

2.1 Grundlagen und Technik

Vorhofflimmern stellt die häufigste kardiale Arrhythmie dar und bedeutet einen erheblichen Anstieg der Morbidität und Mortalität, die Inzidenz liegt in den USA bei 0,4% der Gesamtbevölkerung und bei über 60jährigen bei 2-10% [Lo97]. Eine kurative Therapie des Vorhofflimmerns muß neben der Wiederherstellung eines regulären supraventrikulären Rhythmus auch die Normalisierung der atrialen Hämodynamik und damit eine Vermeidung thromboembolischer Komplikationen zum Ziel haben [Co91a]. Mit interventionellen Techniken ist heute der Ursprung ektopischer Triggersignale häufig lokalisierbar und einer Katheterablation zugänglich [Ha98], die Erzeugung langer linearer Ablationslinien hat aber überwiegend noch experimentellen Charakter [St97].

Nachdem frühere operative Techniken wie die linksatriale Isolation [Williams 1980, in Co91a] und die Korridoroperation [Guiraudon 1985, in Co91a] bereits aufzeigen konnten, dass eine atriale Rhythmuskontrolle durch chirurgische Maßnahmen möglich ist, war es Cox, der mit der Maze-Operation eine Technik vorstellte, die o.g. Zielsetzungen einer kurativen Behandlung des Vorhofflimmerns komplett erfüllen konnte [Co91a, Co91b]. Grundlage der Methode waren die durch langjährige experimentelle und klinische Forschung gewonnenen Erkenntnisse, dass Vorhofflimmern Ausdruck multipler atrialer Makro-Reentry-Kreise ist, die durch unterschiedliche Refraktärzeiten des Vorhofmyokards aufrechterhalten werden. Das Prinzip des Maze (Labyrinth, Irrgarten) liegt in multiplen Inzisionen an beiden Vorhöfen und im atrialen Septum, die eine Ausbreitung der Reentry-Bahnen unterbrechen. Durch die Anordnung der Inzisionen bleibt der überwiegende Anteil des Vorhofmyokards mit Ausnahme der resezierten Herzohren und der isolierten Lungenvenenmündungen elektrisch erregbar, die Depolarisation kann aber nur in eine Richtung, vom Sinusknoten zum AV-Knoten fortschreiten.

Bei der Cox/Maze – Operation werden sämtliche Inzisionen zur Gewährleistung einer transmuralen Durchtrennung der Vorhofwand chirurgisch mit anschließender Übernähung angelegt, lediglich im Bereich der AV-Grube am Trikuspidalklappen- und Mitralklappenannulus erfolgt zusätzlich eine lokale Kryoablation. Die Maze-Technik wurde 1987 erstmals klinisch eingesetzt. Trotz hervorragender Ergebnisse in der Beherrschung des Vorhofflimmerns ergaben sich anfangs einige Nachteile, im einzelnen eine ca. 50%ige Notwendigkeit zu einer postoperativen Schrittmacherversorgung, ein häufig inadäquater Anstieg der Sinusknotenfrequenz unter Belastung und eine verzögerte Erregung des linken Vorhofes. Diese Erfahrungen veranlassten Cox seine Technik hinsichtlich der Anordnung der Inzisionen zweimal zu modifizieren [Co95a, Co95b]. Die Abb.1 gibt die Schnittführung bei der Maze III-Operation wieder, die heute als Standardtechnik für die chirurgische Behandlung des Vorhofflimmerns zu betrachten ist.

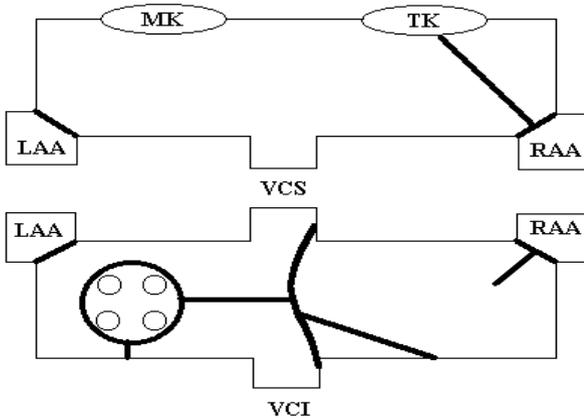


Abb. 1: Chirurgische Inzisionen der Maze III-Operation an beiden Vorhöfen.

Die Nachteile der Maze-Operation liegen sicherlich in ihrer Komplexität mit entsprechendem Zeitaufwand, einem –angesichts der langen Inzisionen – nicht unerheblichem Blutungsrisiko und einer postoperativen Flüssigkeitsretention, bedingt durch eine verminderte ANP-Produktion als Folge der multiplen Atriotomien und der Resektion beider Herzohren. So fand diese Methode keine rasche generelle Akzeptanz.

Die Mehrzahl der von Cox operierten Patienten litten ausschließlich an Vorhofflimmern, nur 34% der 76 Patienten seiner ersten Maze III-Serie benötigten eine zusätzliche herzchirurgische Korrektur [Co95a]. Dagegen begannen andere Chirurgen frühzeitig, die Methode überwiegend als Ergänzung zu anderweitig indizierten Eingriffen, überwiegend an der Mitralklappe, einzusetzen [Co00b, Ha99, Iz00, Ko94, MAA00, Ra01]. Die angesichts der zeitaufwendigen Operationstechnik resultierenden langen Aortenabklemmzeiten gaben Anlass zu diversen Modifikationen der Originalmethode. Kosakai [Ko94] veränderte die Schnittführung und ersetzte Teile der chirurgischen Inzisionen durch Kryoablation. Sueda [Su97] konnte nachweisen, dass beim flimmernden Vorhof die posteriore Wand des linken Atriums die kürzesten Zykluslängen aufweist und erzielte mit einer ausschließlich linksseitigen Prozedur sehr gute Ergebnisse. Die Beschränkung der Inzisionen auf den linken Vorhof kann postoperativ typisches rechtsatriales Vorhofflattern zur Folge haben, zu dessen Vermeidung erwies sich eine zusätzliche Ablation des Isthmus zwischen Trikuspidalklappenannulus und unterer Hohlvene als erfolgreich.

Eine rasche Zunahme der Akzeptanz maze-assoziiierter Techniken konnte durch die Einführung neuer Ablationstechniken initiiert werden. Als Alternative zu den aufwendigen chirurgischen Inzisionen wird mit entsprechenden Kathetern, die endokardial am eröffneten Vorhof angelegt werden, eine thermische transmurale Nekrose der Vorhofwand erzeugt. Die größte Erfahrung liegt mit Radiofrequenz als Energiequelle vor [He00, Hi99, Me99, Si01], zunehmend werden auch Mikrowellen verwendet. Der Vorteil dieser Methoden liegt in der enormen Zeitersparnis, so dass eine großzügige Indikationsstellung begleitend zu kardiochirurgischen Eingriffen

gerechtfertigt erscheint. Die temperaturgesteuerte Energieabgabe und auch die Dauer der Ablation richtet sich nach empirischen Gesichtspunkten, die Ablationslinie ist zwar am Endokard sichtbar, im Gegensatz zu einer chirurgischen Inzision kann die Transmuralität der Linie aber nicht absolut sicher beurteilt werden. Insbesondere eine ausgeprägte Endokardfibrose mit schlechter Leitfähigkeit kann zu Therapieversagern führen. Erste Ansätze, die Ablation auf epikardialen Wege durchzuführen, wurden kürzlich berichtet [Be00].

Parallel zum Einsatz neuer Techniken erfolgte die Erprobung weiterer Konzepte für die Linienführung. Melo [Me99] beschränkte sich im wesentlichen auf eine bilaterale Isolation der Lungenvenenostien zur Ausschaltung möglicher Triggersignale, deren Fokus nach neueren Erkenntnissen überwiegend im Bereich der Lungenveneneinmündungen zu suchen ist [Ha98]. Die operative Technik der Leipziger Arbeitsgruppe [Hi99] zielt auf eine Modifikation des Substrats der Reentry-Tachykardien durch eine Verbindung der Lungenvenenostien mit dem Mitralklappenannulus durch Radiofrequenzablation (Abb. 2). Im eigenen Krankengut verwenden wir die Thermaline Sonde (Boston Scientific, San Jose, CA, USA), die aus 7 einzelnen Elektroden besteht, die beliebig aktiviert werden können und mit einer Energieapplikation bis zu 95 mm lange Ablationslinien erzeugen kann. Über einen linksatrialen Zugang führen wir eine bilaterale Lungenvenenisolation zur Triggerrückmeldung durch und erzeugen eine weitere Ablationslinie von der linken unteren Lungenvene zum Mitralklappenannulus zur Substratmodifikation. In Anlehnung an die Maze-Operation resezierieren wir zusätzlich das linke Herzohr [He00]. Liegt anamnestisch auch typisches Vorhofflattern vor oder erfordert der Simultaneingriff auf jeden Fall eine Rechtsatriotomie, abladieren wir zusätzlich den rechtsatrialen Isthmus (Abb. 3).

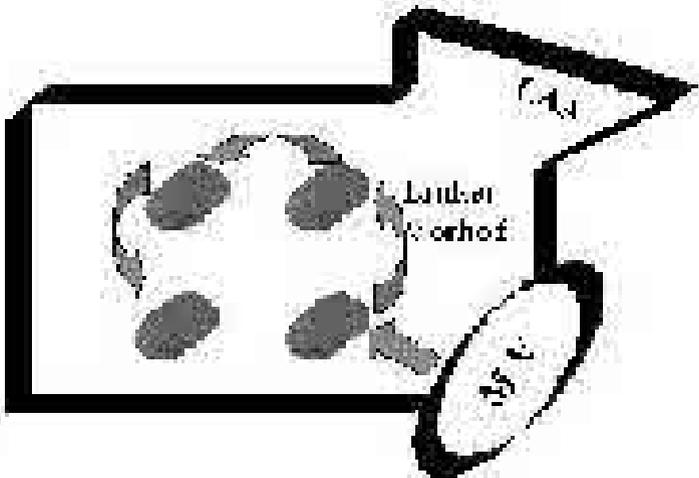


Abb.2: Leipziger Technik, mit Radiofrequenzablation werden die Lungenvenenostien und der Mitralklappenannulus verbunden.

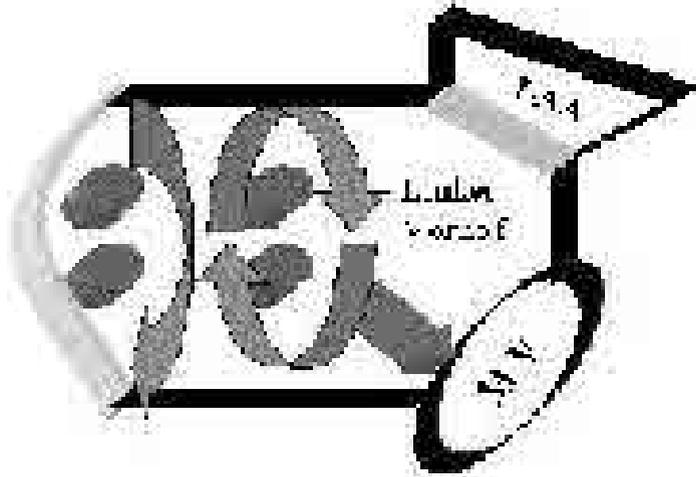


Abb. 3: Eigene Modifikation, Isolation der Lungenvenen und Erzeugen einer weiteren Ablationslinie zum Mitralklappenannulus, Resektion des linken Herzohres.

Angesichts der genannten Einschränkungen werden sämtliche dieser Modifikationen nicht den 100%igen Erfolgsanspruch der Maze-Operation erfüllen können. Es handelt sich vielmehr um rasch durchführbare Techniken, die sich hervorragend als Kombination zu - auch komplexen - herzchirurgischen Eingriffen eignen. Eine sorgfältige Kontrolle der Ergebnisse ist notwendig, um die Erfolgsraten dieser bislang überwiegend empirischen Techniken definitiv beurteilen zu können.

2.2 Ergebnisse

Cox [Co00a] berichtete über exzellente Ergebnisse mit der Maze-Operation, von 346 Patienten verblieben nur 4 (1,2%) im Vorhofflimmern und nur 2 % benötigten langfristig eine antiarrhythmische Therapie, die Ergebnisse waren unabhängig von einem begleitenden herzchirurgischen Eingriff [Co00b]. Die Schlaganfallrate war im Langzeitverlauf extrem niedrig [CAP99]. Annähernd so gute Ergebnisse wurden von Millar [MAA00] publiziert. Dagegen konnten die meisten weiteren Autoren, die ausschließlich Kombinationseingriffe, überwiegend an der Mitralklappe, durchführten, diese Resultate nicht in vollem Umfang nachvollziehen. Die Erfolgsraten mit der kompletten Maze III – Operation lagen im Bereich von 80% [Ha99, Iz00, Ko94, Ra01]. Neben der Rhythmuskontrolle war bei den meisten Patienten echokardiographisch auch eine A-Welle als Ausdruck eines regelrechten transmitralen Einstroms nachzuweisen. Handa [Ha99] und Raanani [Ra01] bewiesen den Effekt der Maze –Prozedur durch einen Vergleich mit Kontrollgruppen, die einen Mitralklappeneingriff ohne zusätzliche rhythmuschirurgische Maßnahmen erhielten, nur 27% bzw. 36% dieser Patienten konnten postoperativ in einen Sinusrhythmus konvertiert werden.

Sie und Kollegen [Si01] erzeugten ihre Maze III – Linien überwiegend mit Radiofrequenzablation und konnten auch eine Erfolgsrate von über 80% nachweisen. In ähnlichen Bereichen liegen die Ergebnisse der von Sueda [Su97] empfohlenen isolierten linksatrialen Prozedur und auch die des eigenen Krankenguts mit einer ausschließlichen Ablation im linken Vorhof [He00].

Damit finden sich keine wesentlichen Differenzen – mit Ausnahme der einmaligen Erfolgsquote von Cox – bei der Betrachtung der mit unterschiedlichen Techniken und Vorgehensweisen erzielten Resultate, so dass wir im Moment von einer abschließenden Wertung einzelner Modifikationen noch weit entfernt sind. Angesichts des sehr inhomogenen Patientengutes (chronisches oder paroxysmales Vorhofflimmern, Dauer des Bestehens, Vorhofgröße, kardiale Grunderkrankung, usw.?) sind umfangreiche Untersuchungen angezeigt, um letztendlich zu klären, welche Patienten von einer Maze-Prozedur langfristig profitieren.

3 Chirurgische Therapie ventrikulärer Arrhythmien

Die effektive Langzeittherapie maligner ventrikulärer Arrhythmien erfordert angesichts der unbefriedigenden Ergebnisse einer ausschließlich medikamentösen Therapie in der Regel nicht-pharmakologische Maßnahmen. Im einzelnen sind dies mit kurativem Ansatz die Katheterablation, die allerdings noch unzureichende Erfolgsraten aufweist [WWM00], und die antitachykarde Operation. Zur palliativen Therapie stehen die Implantation eines Cardioverter/Defibrillators (ICD) oder auch die Herztransplantation zur Verfügung. Gezielte rhythmuschirurgische Techniken wurden seit Ende der siebziger Jahre in größeren Patientenkollektiven erfolgreich eingesetzt, die Indikation wird heute aber angesichts der Qualität der inzwischen verfügbaren ICDs und dem sehr niedrigem Implantationsrisiko nur noch in Einzelfällen gestellt.

Der ICD stellt aber eine palliative Therapieform dar, er kann die Entstehung von Arrhythmien nicht verhindern, im Langzeitverlauf handelt es sich um eine sehr teure Therapie mit wiederholten Folgeeingriffen und einer eigenen Morbidität. Dagegen wird ein rhythmuschirurgischer Eingriff mit kurativem Ansatz durchgeführt. Man sollte deshalb die ICD-Therapie und die Rhythmuschirurgie nicht als konkurrierende Maßnahmen betrachten, sondern eine individuelle Entscheidung treffen.

So besteht für einen ventrikelchirurgischen Eingriff ausschließlich aus rhythmologischen Gründen heute keine Berechtigung mehr. Die Indikation zur Operation ergibt sich vielmehr aus der begleitenden kardialen Pathologie, im wesentlichen einem operationsbedürftigem postinfarziellen Ventrikelaneurysma, häufig verbunden mit der Notwendigkeit zu einer Myokardrevaskularisation. Nach Eröffnen des Aneurysmas kann ohne wesentliche Erweiterung des Eingriffes eine Rhythmussanierung versucht werden, wobei auf schonende Operationstechniken zu achten ist. Das operative Risiko entspricht damit im wesentlichen dem der Aneurysmaresektion und wird entscheidend von der Funktion des nicht infarzierten Restventrikels bestimmt [Co97, Do94]. Weitere günstige Voraussetzungen sind ein gut abgegrenztes Vorderwandaneurysma und eine intakte bzw. gut revaskularisierbare Koronarversorgung des vitalen Myokards.

Auf die exakten Operationstechniken soll hier nicht im Detail eingegangen werden [in HAM96, Lo97]. Ventrikuläre Tachykardien entstehen in der Regel an den Grenzonen

zwischen vitalem und ischämisch geschädigtem Myokard und werden durch Mikro-Reentry-Mechanismen unterhalten. Ziel der Operation ist die Eliminierung dieses arrhythmogenen Substrats bzw. dessen Isolation vom Restmyokard. Relativ ungezielte Techniken wie die "encircling endocardial ventriculotomy" mit einer nahezu transmuralen zirkulären Inzision des Myokards und damit kompletter Isolierung der Infarktzone führten zu einer sehr guten Rhythmuskontrolle, aber häufig auf Kosten einer deutlich reduzierten Ventrikelfunktion. Als relativ schonendes und effektives Verfahren hat sich die lokale Endokardresektion erwiesen. Diese kann mit einer Inzision an der Grenzzone kombiniert werden, wobei diese aber nicht mehr transmural, sondern nur wenige Millimeter tief endomyokardial geführt wird. Alternativ kann Kryoablation verwendet werden. Idealerweise wird das arrhythmogene Substrat zuvor durch eine Mapping-Untersuchung lokalisiert. Angesichts der geringen Fallzahlen ist die Anschaffung teurer Mapping-Anlagen für den Operationssaal heute aber kaum noch zu rechtfertigen. Häufig geben die Voruntersuchungen der Kardiologen ausreichend Hinweise für die Lokalisation des arrhythmogenen Substrats. Alternativ lassen sich mit einer entsprechenden Technik – großzügige Resektion des sichtbar vernarbten Endokards (Abb. 4) kombiniert mit Inzision oder Ablation der Grenzzone – ähnlich gute Ergebnisse erzielen [Do94, Fr98, KJ00, Th94].

Die Resultate rhythmuschirurgischer Eingriffe spiegeln den Wandel in der Indikationsstellung wieder [Sammelstatistik in FC96]. Vor der Verfügbarkeit von ICDs betrug die perioperative Letalität bei 1313 Patienten 14,5%, in den neunziger Jahren mit besserer Patientenselektion bei 136 Operierten nur noch 4,3%. Die Erfolgsrate konnte ebenfalls von 75,2% bis auf 90,3% verbessert werden.

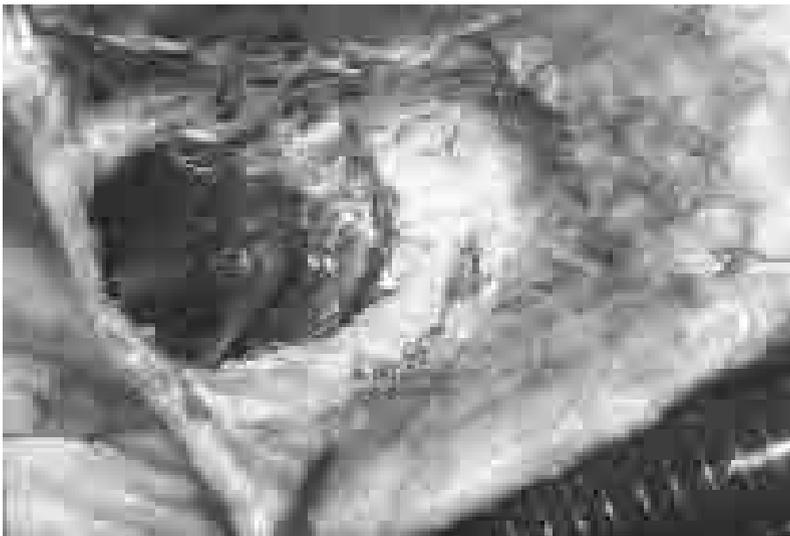


Abb. 4: Situs nach ausgedehnter Endokardresektion bei Vorderwandaneurysma, ein schmaler Saum wurde zur besseren Verankerung des Ventrikelpatches belassen; zusätzlich Endomyokardinzision, hier mit dem Elektrokauter.

Damit hat diese kurative Operationsmethode auch im Zeitalter einer enorm leistungsfähigen Device-Therapie für ein streng selektioniertes Patientengut weiterhin ihre Berechtigung.

Literaturverzeichnis

- [Be00] Benussi, S.; et. al.: A simple way to treat chronic atrial fibrillation during mitral valve surgery: the epicardial radiofrequency approach. *Eur J Cardiothorac Surg* 17, 2000; pp. 524-529.
- [Co91a] Cox, J.L.; et. al.: The surgical treatment of atrial fibrillation. III. Development of a definitive surgical procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 101, 1991; pp. 569-83.
- [Co91b] Cox, J.L.: The surgical treatment of atrial fibrillation. IV. Surgical technique. *J Thorac Cardiovasc Surg* 101, 1991; pp. 584-92.
- [Co95a] Cox, J.L.; et. al.: Modification of the maze procedure for atrial flutter and atrial fibrillation. I. Rationale and surgical results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 110, 1995; pp. 473-84.
- [Co95b] Cox, J.L.; et. al.: Modification of the maze procedure for atrial flutter and atrial fibrillation. II. Surgical technique of the maze III procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 110, 1995; pp. 485-95.
- [Co97] Cox, J.L.: Left ventricular aneurysms: Pathophysiologic observations and standard resection. *Sem Thorac Cardiovasc Surg* 9, 1997; pp. 113-122.
- [CAP99] Cox, J.L.; Ad, N.; Palazzo, T.: Impact of the maze procedure on the stroke rate in patients with atrial fibrillation *J Thorac Cardiovasc Surg* 118, 833-40
- [Co00a] Cox, J.L.; et. al.: Current status of the maze procedure for the treatment of atrial fibrillation. *Sem Thorac Cardiovasc Surg* 12, 2000; pp. 15-19.
- [Co00b] Cox, J.L.; et. al.: The maze-III procedure combined with valve surgery. *Sem Thorac Cardiovasc Surg* 12, 2000; pp. 53-55.
- [Do94] Dor, V.; et. al.: Results of nonguided subtotal endocardectomy associated with left ventricular reconstruction in patients with ischemic ventricular arrhythmias. *J Thorac Cardiovasc Surg* 107, 1994; pp. 1301-8.
- [FC96] Ferguson Jr., T.B.; Cox, J.L.: Arrhythmia surgery. *Coronary Art Dis* 7, 1996; pp. 35-44.
- [Fr98] Frapier, J.M.; et. al.: Large encircling cryoablation without mapping for ventricular tachycardia after anterior myocardial infarction : Long-term outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg* 116, 1998; pp. 578-83.
- [Ha98] Haïssaguerre, M.; et. al.: Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med* 339, 1998; pp. 659-66.

- [Ha99] Handa, N.; et. al.: Outcome of valve repair and the Cox maze procedure for mitral regurgitation and associated atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 118, 1999; pp. 628-35.
- [HAM96] Hargrove III, W.C.; Addonizio, V.P.; Miller, J.M.: Surgical therapy of ventricular tachyarrhythmias in patients with coronary artery disease. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 7, 1996; pp. 469-80.
- [He00] Hemmer, W.; et. al.: Initial experience with a modified left atrial maze procedure concomitant to cardiac surgery. *Herzschr Elektrophys* 11, 2000; pp. 235-43.
- [Hi99] Hindricks, G.; et. al.: Antiarrhythmic surgery for treatment of atrial fibrillation-new concepts. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 47 (Suppl.), 1999; pp. 365-9.
- [Iz00] Izumoto, H.; et. al.: Medium-term results after the modified Cox/maze procedure combined with other cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 17, 2000; pp. 25-9.
- [Ko94] Kosakai, Y.; et. al.: Cox maze procedure for chronic atrial fibrillation associated with mitral valve disease, *J Thorac Cardiovasc Surg* 108, 1994; pp. 1049-55.
- [KJ00] Krishnan, S.C.; Josephson, M.E.: Surgery for postinfarction ventricular tachycardia : is it obsolete ? *PACE* 23, 2000; pp. 1295-301.
- [Lo97] Lowe, J.E.: Arrhythmia surgery: Then and now. *PACE* 20, 1997; pp. 585-99.
- [Me99] Melo, J.; et. al.: Electrosurgical treatment of atrial fibrillation with a new intraoperative radiofrequency ablation catheter. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 47(Suppl.), 1999; pp. 370-2.
- [MAA00] Millar, R.C.; Arcidi Jr., J.M.; Alison, P.: The maze III procedure for atrial fibrillation : should the indications be expanded ? *Ann Thorac Surg* 70, 2000; pp. 1580-6.
- [Ra01] Raanani, E.; et. al.: The efficacy of the Cox/maze procedure combined with mitral valve surgery: a matched control study. *Eur J Cardiothorac Surg* 19, 2001; pp. 438-42.
- [Si01] Sie, H.T.; et. al.: The radiofrequency modified maze procedure. A less invasive surgical approach to atrial fibrillation during open-heart surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 19, 2001; pp. 443-7.
- [St97] Stevenson, W.G.; et. al.: Ablation therapy for cardiac arrhythmias. *Am J Cardiol* 80 (8A), 1997; pp. 56G-66G.
- [Su97] Sueda, T.; et. al.: Efficacy of a simple left atrial procedure for chronic atrial fibrillation in mitral valve operations. *Ann Thorac Surg* 63, 1997; pp. 1070-5.
- [Th94] Thakur, R.K.; et. al.: Intraoperative mapping is not necessary for VT surgery. *PACE* 17, 1994; pp. 2156-62.
- [WWM00] Willems, S.; Weiß, C.; Meinertz, T.: Endokardiales Mapping und Hochfrequenzstrom-Katheterablation ventrikulärer Tachykardien nach abgelaufenem Myokardinfarkt. *Z. Kardiol* 89 (Suppl. 3), 2000; pp. III/161-III/170.