

3. Patienten und Methoden

3.1 Patientenkollektiv

Zunächst wurden mit Hilfe der Operationsbücher die Namen der im Zeitraum vom 28.09.2001 bis 11.07.2004 in der Abteilung für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie der Universitätsklinik Homburg (Leitung Prof. Dr. Hans-Joachim Schäfers) operierten Patienten, die eine Vorhofablation erhielten, retrospektiv erfasst. Die Operationsmethode wird erst seit 2001 in Homburg durchgeführt und ist immer mit einem Kombinationseingriff verbunden.

Anhand der Personalien konnten die Patientenakten aus dem Archiv der Chirurgischen Klinik ermittelt werden. Prä-, intra- und postoperative Daten der Patienten, sowie Namen und Adressen der zum Operationszeitpunkt behandelnden Hausärzte und Kardiologen wurden erhoben. Präoperative Daten von diesen, falls nicht vorhanden, angefordert.

Vom 12.07.2004 bis 02.03.2005 erfolgte eine prospektive Betrachtung von 20 Patienten, die an Vorhofflimmern litten und einer Herzoperation unterzogen wurden. Auch hier wurden präoperative Daten angefordert, insofern sie nicht bei der Aufnahme vorlagen.

Im Zeitraum vom 28.09.2001 bis 02.03.2005 handelte es sich um insgesamt 127 Patienten, von denen 14 (11%) innerhalb der ersten 30 Tage nach der Operation verstarben. Todesursache war in jedem Einzelfall eine nicht kardial bedingte Ursache. Von den übrigen 113 Patienten starben 8 (5,1%) im Spätverlauf. Die Ursachen konnten dabei nicht immer geklärt werden. 2 Patienten waren trotz intensiver Bemühungen nicht erreichbar. Es ergaben sich 103 Patienten, die sich noch einmal in der Klinik zur Nachuntersuchung vorstellten. Falls nicht verfügbar wurden die notwendigen Daten von den behandelnden Hausärzten oder Kardiologen erhoben.

Gemeinsames Kriterium aller Patienten war ein vorliegendes Vorhofflimmern, unabhängig davon, ob ein paroxysmales, permanentes oder persistierendes Vorhofflimmern bestand.

Demographische Daten sind in der Tabelle 3.1 zusammengestellt.

n=103	Mittelwert	Standardabweichung	Spanne
Alter (Jahre)	68,9	8,3	35 – 82
NYHA	2,6	0,7	II – IV
Geschlecht	♀ 46 (45%) ♂ 57 (55%)		

Tab. 3.1: Demographische Daten

3.1.1. Kardiale Vorerkrankungen

Es wurden Patienten mit multiplen kardialen Grunderkrankungen operiert. Kardiale Grunderkrankungen waren: Mitralklappeninsuffizienz, Mitralklappenstenose, ein kombiniertes Mitralklappenvitium, Aortenklappeninsuffizienz, Aortenklappenstenose, ein kombiniertes Aortenklappenvitium, Trikuspidalklappeninsuffizienz, Aortenaneurysmen und eine koronare Herzkrankheit.

Zum großen Teil (61%) lagen mehrfache kardiale Grunderkrankungen vor (Tab. 3.2).

n=103	Anzahl der Patienten	%
Mitralklappeninsuffizienz	55	53,4
Mitralklappenstenose	4	3,9
Komb. Mitralklappenvitium	10	9,7
Aortenklappeninsuffizienz	23	22,3
Aortenklappenstenose	17	16,5
Komb. Aortenklappenvitium	4	3,9
Trikuspidalklappeninsuffizienz	16	15,5
KHK	41	39,8
Aortenaneurysma	13	12,6

Tab. 3.2: Kardiale Grunderkrankungen

3.1.2. Präoperative Diagnostik:

Vor der Operation erfolgte bei allen Patienten eine ausführliche Anamnese und eine körperliche Untersuchung. Ein EKG wurde geschrieben und anhand früherer EKG-Aufzeichnungen konnten 76 Patienten (73,8%) mit permanentem Vorhofflimmern identifiziert werden. Bei weiteren 27 Patienten (26,2%) war ein persistierendes oder paroxysmales Vorhofflimmern vorhanden. Von diesen 27 Patienten befanden sich einen Tag vor der Operation 16 Patienten im Sinusrhythmus.

Die Zeitdauer seit der Erstmanifestation des Vorhofflimmerns ist in Tabelle 3.3 aufgezeigt.

n=103	Mittelwert	Standardabweichung	Spanne
seit (in Jahren)	8	9,0	1 Monat – 60 Jahre

Tab. 3.3: Erstmanifestation des Vorhofflimmerns

Präoperativ wurde eine transthorakale Echokardiographie, eine Linksherzkatheteruntersuchung und eine Koronarangiographie durchgeführt. Erfasst wurden der Durchmesser des linken Vorhofs (LA-Durchmesser) in mm und die Ejektionsfraktion (EF) in %.

Die Daten sind in Tabelle 3.4 zusammengestellt.

	Mittelwert	Standardabweichung	Spanne
LA (n=113)	53,0	9,3	34 – 90
EF (n=101)	57,9	16,4	17 – 89

Tab. 3.4: LA und EF Ergebnisse

Embolische Ereignisse in der Vorgeschichte der Patienten wurden eruiert. Bei 6 (5,8%) der Patienten war präoperativ ein Apoplex vorausgegangen, 1 (1%) erlitt eine Transitorische Ischämische Attacke. Bei 2 Patienten (1,9%) war eine tiefe Beinvenenthrombose und bei 3 Patienten (2,9%) war eine Lungenembolie in der Vorgeschichte aufgetreten.

Insgesamt 5 Patienten (4,9%) war präoperativ ein Herzschrittmacher implantiert worden. Alle nach Diagnose eines Sick Sinus Syndroms oder einer AV-Blockierung.

Zudem waren 5 Patienten (4,9%) schon einmal am Herzen voroperiert, 1 Patient sogar zweimal.

Als Begleiterkrankungen zeigten 86 Patienten (83,5%) eine arterielle Hypertonie und 53 (51,5%) eine Hyperlipidämie. Alle Patienten waren diesbezüglich therapiert worden. Ein Diabetes mellitus zeigte sich bei 15 Patienten (14,6%), von denen 10 (9,7%) mit Insulin behandelt wurden. Bei den übrigen 5 Patienten (4,9%) konnte der Blutzucker mit oralen Antidiabetika ausreichend eingestellt werden.

Eine antiarrhythmische Therapie war nur bei 11 Patienten (10,7%) präoperativ begonnen worden. Eine Therapie mit Betablockern erfolgte bei 79 Patienten (76,7%).

Tabelle 3.5 zeigt die einzelnen präoperativen antiarrhythmischen Medikamente an.

Medikamente	Anzahl der Patienten	%
Amiodaron	7	6,8
Sotalol	4	3,9
Digitalis	43	41,8
1C-Antiarrhythmika	1	1
1A-Antiarryhtmika	1	1

Tab. 3.5: Präoperative antiarrhythmische Medikation

Eine präoperative Antikoagulation wurde bei 100 Patienten (97,1%) durchgeführt.

In Tabelle 3.6 sind die präoperativen Antikoagulantien aufgezählt.

Medikamente	Anzahl der Patienten	%
Phenprocoumon	67	65,0
ASS	33	32,0
Heparin	18	32,0
Clopidogrel	2	1,9

Tab. 3.6: Präoperative Antikoagulation

Tabelle 3.7 gibt die präoperativen antihypertensiven Medikamente wieder.

Medikamente	Anzahl der Patienten	%
Betablocker	79	76,7
ACE-Hemmer	56	54,4
Diuretika	78	75,7
Kalzium-Antagonisten	11	10,7
AT-2-Antagonisten	12	11,7
Nitrate	12	11,7
Alpha-2-Agonisten	2	1,9

Tab. 3.7: Präoperative Anihypertensiva

In Tabelle 3.8 sind alle sonstigen Medikamente zusammengestellt.

Medikamente	Anzahl der Patienten	%
Statine	38	36,9
Thyreostatika	18	17,5
Insulin	10	9,7
Orale Antidiabetika	5	4,9

Tab. 3.8: Sonstige Medikamente

Sechs Patienten (5,8%) hatten vor der Operation einen Myokardinfarkt erlitten.

Die Patienten befanden sich präoperativ in unterschiedlichen NYHA-Stadien. Die Stadien werden in Tabelle 3.9 unterteilt in permanentes und paroxysmales Vorhofflimmern festgehalten.

n=103	I	II	III	IV
Paroxysmales Vorhofflimmern	1	7	6	2
%	6,3	43,8	37,5	6,3
Permanentes Vorhofflimmern	5	24	55	3
%	5,7	27,6	63,2	3,4

Tab. 3.9: Präoperative NYHA-Stadieneinteilung

Alle Patienten im paroxysmalen Vorhofflimmern hatten präoperativ einen Sinusrythmus.

3.1.3. Komorbidität

Viele Patienten hatten zusätzliche Erkrankungen, die bereits behandelt worden waren. Diese wurden in Gruppen zusammengefasst und in Tabelle 3.10 aufgezeigt.

Vorerkrankungen	Anzahl der Patienten	%
Herz-Kreislauf-Erkrankungen	103	100
Atemwegserkrankungen	24	23,3
Schilddrüsen-Erkrankungen	18	17,5
Diabetes mellitus	15	14,6
Neurologische Erkrankungen (ohne Apoplex)	6	5,8
Maligne Erkrankungen	11	10,7

Tab. 3.10: Sonstige Vorerkrankungen

3.1.4. Chirurgische Therapie:

Wie bereits vorher erwähnt waren alle Eingriffe Kombinationsoperationen. Kein Patient wurde nur aufgrund der Diagnose Vorhofflimmern einer am offenen Herzen vorgenommenen Vorhofablation zugeführt.

Von den 103 Patienten erhielten 46 (44,7%) eine Vorhofablation zusammen mit einem Eingriff an der Mitralklappe oder der Aortenklappen oder eine Bypassoperation.

Die übrigen 57 Patienten (55,3%) wurden Mehrfachoperationen unterzogen. Als Beispiele ein Doppelklappenersatz oder eine Operation an Mitralklappen- und Aorten- und Trikuspidalklappe mit zusätzlicher Bypassoperation. Weiterhin Klappenoperationen plus Ascendensersatz.

Die meisten Patienten, insgesamt 68 (66%), wurden einer Mitralklappenoperation unterzogen. Entweder einer Rekonstruktion (57 Patienten, 55,3%) oder einem Ersatz (11 Patienten, 10,7%) . An der Aortenklappe wurden 48 Patienten (46,6%) operiert (Rekonstruktion bei 12 Patienten, 11,7%, Ersatz bei 36 Patienten, 35%).

Eine Bypassoperation erfolgte bei 41 Patienten (40%).

Die einfachen Mitralklappen- und Aortenklappenoperationen sowie die Bypassoperationen sind in Tabelle 3.11 enthalten.

Operation	Anzahl der Patienten	%
Mitralklappenoperation	19	18,4
Aortenklappenoperation	14	13,6
Bypassoperation	13	12,6

Tab. 3.11: Einfache Operationen

Die Mehrfacheingriffe sind in Tabelle 3.12 dargestellt.

Operation	Anzahl der Patienten	%
Mitralklappen- und/ oder Aortenklappen- und/ oder Trikuspidalklappen + Bypassoperation	27	26,2
Mehrfachklappenoperation	30	29,1

Tab. 3.12: Mehrfacheingriffe

Bei 2 Patienten (1,9%) erfolgte zusätzlich ein Ascendensersatz.

3.1.4.1. Durchführung der Operation

In Rückenlage erfolgte der operative Zugang über eine mediane Sternotomie. Bei Bypassoperationen erfolgte zuerst das Präparieren der geeigneten Arterien. Nach dem Längseröffnen des Perikards wurde der Patient durch Kanülieren von Aorta und rechtem Vorhof an die Herz-Lungen-Maschine angeschlossen. Unter anschließender Einleitung der extrakorporalen Zirkulation wurde der Patient systemisch auf 32°C abgekühlt. Die Aorta ascendens wurde unterhalb des Truncus brachiocephalicus geklemmt und eine Kardioplegie eingeleitet.

Weiterhin wurden zunächst die Kombinationseingriffe durchgeführt. Eingriffe an Trikuspidal- und Pulmonalklappe wurden zuerst ausgeführt, danach das Zuwenden zum linken Vorhof - weitere Ausführungen zu den Techniken der Kombinationseingriffe sollen in dieser Arbeit keine Beachtung finden.

Die nachfolgend beschriebene Vorhofablationstechnik ist eine rein linksatriale Variante der Maze-Operation mit Hochfrequenzstrom. Das linke Herzohr wurde mit einem Klammernahtgerät abgetrennt. Der Zugang zum linken Vorhof bestand über eine rechtsseitige Atriotomie im Sulcus interatrialis. Die Elektroablation wurde mittels Hochfrequenzstrom durchgeführt. Mit den Koagulationslinien, die jeweils separat um die beiden linken und rechten Pulmonalvenen gesetzt wurden, wurden diese isoliert. Dabei wurde auf eine Entfernung von 10 mm von der Einmündung der Pulmonalvenen geachtet, um eine spätere Stenose der Pulmonalvenen zu verhindern. Eine weitere Linie verband die zirkuläre Linie der Mündung der linken Pulmonalvenen mit der Mitte des posterioren Mitralklappenanulus.

Die vierte Linie stellte eine Verbindungslinie zwischen den beiden Linien dar, welche die Ostien der Pulmonalvenen isolierten. Alle Linien wurden von endokardial innerhalb des linken Vorhofs angelegt wie aus Abbildung 1 ersichtlich ist.

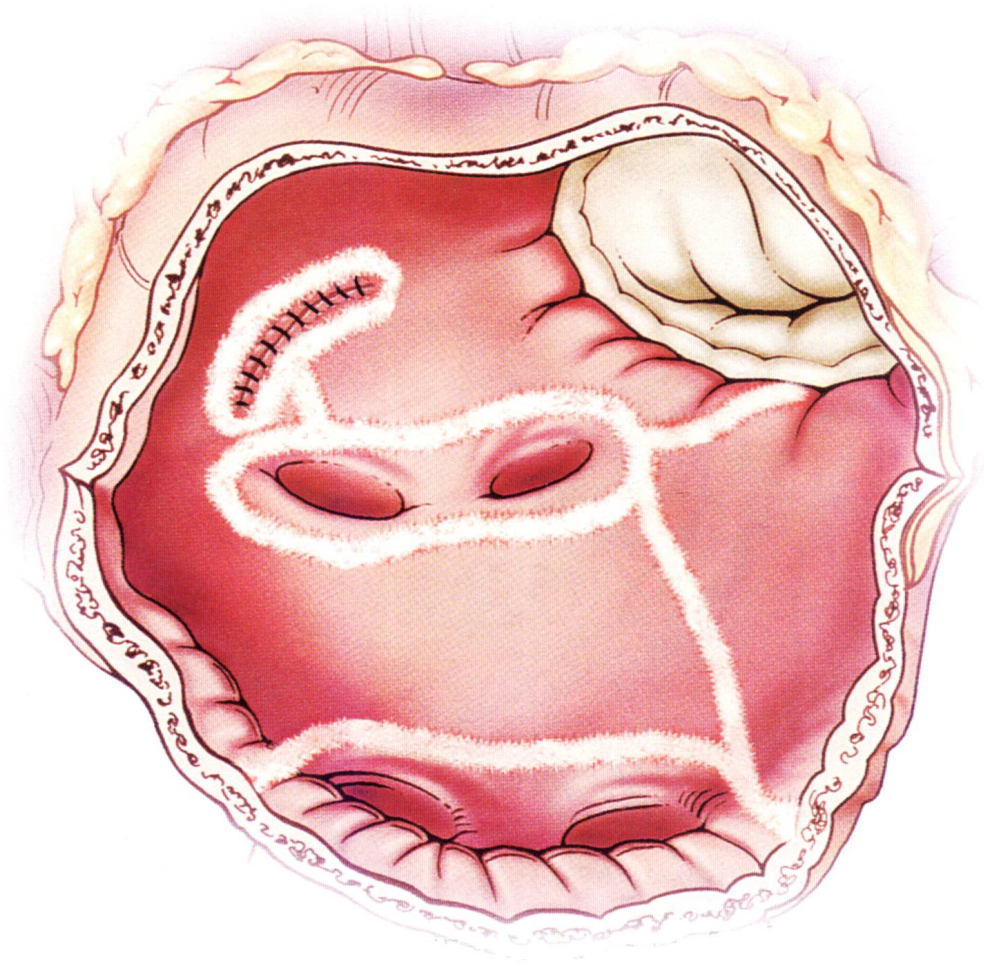


Abb.1: Ablationslinienführung bei der linksatrialen Maze-Operation

Es erfolgte der Verschluss des linken Vorhofs unter Raffung der Vorhofwand mit einer fortlaufenden Naht. Das Herz wurde sorgfältig entlüftet und anschließend die Koronarzirkulation freigegeben. Es kam schließlich entweder zum spontanen Eigenrhythmus oder zum Kammerflimmern. In diesem Fall wurde eine Defibrillation vorgenommen, bis das Herz einen stabilen Sinusrhythmus übernahm. Es kam zur Entfernung der Kanülen für die Hohlvenen und anschließend für die Aorta. Die Inzisionen wurden übernäht und eine Blutstillung betrieben. Durch die Gabe von Protaminsulfat wurde die Wirkung des Heparins antagonisiert. Nun erfolgte das Aufnähen von Schrittmacherelektroden auf Ventrikel und Perikard und das Einziehen

von intrapericardialen und retrosternalen Drainagen. Der Verschluss des Perikards wurde durch Einzelknopfnähte sichergestellt. Nach Sternumfixation mit Drahtcerclagen wurde die Wunde schichtweise verschlossen und ein Verband angelegt.

3.1.4.1.1 Ablation mit dem Medtronic Cardioblate®

Von den 103 Patienten wurde bei 50 (48,5%) die Ablation mit dem irrigierten unipolaren Medtronic Cardioblate® (Minneapolis) vorgenommen. Es handelt sich um eine Arbeitssonde mit Hochfrequenzenergie, die über eine Irrigation verfügt. Hierbei wird Kochsalzlösung an die Kontaktstelle zwischen Gewebe und Elektrodenspitze zugeführt. In dieser Untersuchung erfolgte die Zufuhr der Kochsalzlösung tropfenweise. Die Wattzahl des Gerätes variierte zwischen 25 und 30, wobei eine Eindringtiefe in das Gewebe bis zu 4 mm zu erwarten war. Die Dauer einer Läsion wurde nach der Färbung des Gewebes bestimmt. Sobald die Weißfärbung des Endokards auftrat wurde die Linie verlängert.

Diese Methode wurde vorwiegend durch einen Operateur durchgeführt.

3.1.4.1.2. Ablation mit der Kugelelektrode der Firma Martin

Die übrigen 53 Patienten (51,5%) wurden mit dem nicht-irrigierten unipolaren Kugelkauter ME 400 der Firma Martin operiert. Der Durchmesser der Kugelelektrode beträgt 6 mm. Die Kugelelektrode verfügt über keine Spülvorrichtung. Stattdessen erfolgte die Anfeuchtung des Gewebes während der Operation mit kontinuierlicher Zufuhr der Kochsalzlösung aus einer 50 ml Spritze durch die Operationsschwester. Die Wattzahl betrug zwischen 30 und 40 Watt. Auch hier wurden die Ablationslinien bei Weißverfärbung des Gewebes verlängert. Kugelelektroden dienen nur der

Koagulation, da sie eine geringere Stromdichte freisetzen, als zum Schneiden nötig ist. Bei geringer Dosierung schreitet die Koagulation langsam fort und dehnt sich dafür relativ weit aus. Bei höherer Dosierung bleibt es bei einer eng begrenzten schnellen Koagulation.

Auch diese Methodik wurde immer durch den gleichen Operateur vorgenommen.

3.1.5. Perioperative Parameter

Intraoperativ wurde die Zeit an der Herz-Lungen-Maschine (Bypasszeit) und die myokardiale Ischämiezeit (Abklemmung der Aorta) bestimmt. Beide Zeiten werden in Minuten angegeben.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 3.13 festgehalten.

n=103	Mittelwert	Standardabweichung	Spanne
Bypasszeit (Min)	92,1	33,0	13 – 190
Ischämiezeit (Min)	65,2	23,3	0 – 130

Tab.3.13: Intraoperative Parameter

Bei allen Patienten, bis auf 2 (1,9%), wurde das linke Herzohr entfernt. Gründe waren in beiden Fällen schwere Verwachsungen. Das rechte Herzohr wurde aus technischen Gründen immer exzidiert.

Bei allen Patienten wurde nach Entwöhnung von der Herz-Lungen-Maschine ein Sinusrhythmus etabliert, notfalls durch mehrfache intraoperative elektrische Kardioversion.

In den ersten 24 postoperativen Stunden stellte sich bei 82 Patienten (80%) ein Vorhofflimmern ein, welches zum Teil reversibel war.

In der postoperativen Phase mussten 5 Patienten (4,9%) notfallmäßig, innerhalb der ersten 24 Stunden, rethorakotomiert werden. Der Grund war eine konservative nicht zu beherrschende Blutung.

Bei einem Patienten musste eine erneute Mitralklappenoperation erfolgen. Es wurde ein Mitralklappenersatz nach einer vorher erfolgten Mitralklappenrekonstruktion durchgeführt. Grund der Operation war eine intravasale Hämolyse mit einer neuerlichen Mitralklappeninsuffizienz.

Die Dauer der Beatmungspflichtigkeit betrug im Mittel $0,8 \pm 2,84$ Tage. Es ergab sich eine Spanne von wenigen Stunden, postoperativ bis zu 27 Tagen. Gründe für eine längere Beatmungspflichtigkeit waren eine Infektion oder eine respiratorische Insuffizienz.

3.1.6. Postoperativer Verlauf

Im Rahmen des postoperativen stationären Aufenthaltes wurden Anstrengungen unternommen, einen Sinusrhythmus zu erhalten oder wieder zu etablieren. Hierzu wurden 85 Patienten (82,5%) postoperativ mit Klasse III-Antiarrhythmika behandelt. Vierzig Patienten (38,8%) wurden innerhalb der ersten 7 postoperativen Tage elektrisch kardiovertiert.

Bei Entlassung aus dem Universitätsklinikum, die in der Regel 10 bis 14 Tage nach der Operation erfolgte, zeigten sich 51 Patienten (49,5%) im Sinusrhythmus und 52 Patienten (50,5%) im Vorhofflimmern.

Die antiarrhythmischen Medikamente bei Entlassung sind in Tabelle 3.14 aufgeführt.

Medikamente	Anzahl der Patienten	%
Amiodaron	76	73,8
Sotalol	9	8,7
Digitalis	2	1,9

Tab.3.14: Antiarrhythmische Medikamente bei Entlassung

Die antikoagulativen Medikamente sind in Tabelle 3.15 zusammengefasst, wobei nur die Antikoagulantien bei den Patienten im Vorhofflimmern berücksichtigt werden.

Medikamente	Anzahl der Patienten (n=52)	%
Phenprocoumon	22	42,3
ASS	2	3,8
Phenprocoumon + ASS	23	44,2
ASS + Heparin	1	1,9
Phenprocoumon + Heparin	3	5,8
Phenprocoumon +Heparin + ASS	2	3,8
Phenprocoumon + Clopidogrel + ASS	1	1,9

Tab. 3.15: Antikoagulative Medikamente bei Entlassung

Antihypertensive Medikamente bei Entlassung sind in Tabelle 3.16 aufgezeigt.

Medikamente	Anzahl der Patienten	%
Betablocker	40	38,8
ACE-Hemmer	92	89,3
Diuretika	49	47,6
Kalzium-Antagonisten	17	16,5

Tab. 3.16: Antihypertensive Medikamente bei Entlassung

Die sonstigen Medikamente bei Entlassung zeigt Tabelle 3.17.

Medikamente	Anzahl der Patienten	%
Statine	24	23,3
Orale Antidiabetika	5	4,9
Thyreostatika	17	16,5

Tab. 3.17: Sonstige Medikamente bei Entlassung

Alle Patienten nahmen an einer anschließenden Anschlussheilbehandlung teil.

Bei 4 Patienten (3,9%) folgte zu späterer Zeit eine erneute Herzoperation. Der erste Patient erhielt einen erneuten Ersatz einer Aortenklappe aufgrund einer Endokarditis zwei Monate nach der ersten Operation. Bei dem zweiten Patienten wurde wegen erneut aufgetretener Mitralklappeninsuffizienz, nach vorangegangener Mitralklappenrekonstruktion, nach einem Jahr ein Mitralklappenersatz durchgeführt.

Bei einem dritten Patienten traten eine Mitralklappeninsuffizienz, Aortenklappeninsuffizienz und eine Trikuspidalklappeninsuffizienz auf. Es erfolgte somit nach 2 Jahren eine neuerliche Herzoperation mit einer Mitralklappenrekonstruktion, einer Aortenklappenrekonstruktion und einer Trikuspidalklappenrekonstruktion nach vorheriger Mitralklappenrekonstruktion. Der vierte Patient wurde mit einem erneuten Mitralklappenersatz behandelt, nach Feststellung einer wieder aufgetretenen Mitralklappeninsuffizienz nach wenigen Wochen.

Eine Instabilität des Sternums fand sich bei 1 Patient, eine Reverdrahtung wurde vorgenommen.

3.1.7. Nachbeobachtungsdauer

Das Nachbeobachtungsintervall der überlebenden Patienten erstreckte sich von 12.07.2004 bis Ende Juni 2005.

Von ursprünglich 127 operierten Patienten war innerhalb der ersten 30 Tage 14 verstorben, weitere 8 starben im Spätverlauf, zwei waren nicht erreichbar. Von den übrigen 103 Patienten wurden retrospektiv vor dem 12.07.2004 83 Patienten operiert und zu einer einmaligen Nachuntersuchung einbestellt. Dabei wurde eine minimale Zeitspanne zwischen Operation und Nachuntersuchung von vier Monaten eingehalten. Die durchschnittliche Nachbeobachtungsdauer betrug 24,6 Monate.

Von den 83 retrospektiven Patienten konnten 11 (13,3%) nicht nachuntersucht werden, da sie verzogen waren oder zu weit entfernt wohnten. Einige waren mittlerweile in einem Pflegeheim untergebracht oder nicht an einer Teilnahme interessiert. Die Daten wurden von den behandelnden Kardiologen erfragt.

Alle Patienten nach dem 12.07.2004 wurden prospektiv rekrutiert. Die insgesamt 20 Patienten (19,4%) wurden nach einer Woche (Follow up 1) noch einmal in der Klinik untersucht. Nach 4 – 6 Wochen (Follow up 2) und nach drei Monaten (Follow up 3) stellten sie sich noch einmal in der Abteilung für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie vor. Bei andauernden Beschwerden wurde ein Termin in der Herz-, Thorax- und Gefäßambulanz vereinbart.

Bei Follow up 1 konnte 1 Patient nicht untersucht werden, da er bereits vorher in ein peripheres Krankenhaus verlegt worden war.

Bei Follow up 2 und 3 konnten jeweils 2 Patienten nicht gesehen werden, da sie zu weit von Homburg entfernt lebten und sich nur zur Operation in Homburg aufgehalten hatten.

Die Nachuntersuchungen enthielten jeweils ein Elektrokardiogramm zur Beurteilung des Herzrhythmus und bei Follow up 2 und 3, wenn möglich und für den Patienten zumutbar, ein Langzeit-Elektrokardiogramm (n=11).

Eine transthorakale Echokardiographie nahmen wir ebenfalls vor, wobei uns die Vorhofkontraktionen von Bedeutung waren. Bei Patienten die sich noch immer im Vorhofflimmern befanden, konnten keine Parameter bestimmt werden. Auch waren bei nicht allen Patienten im Sinusrhythmus Vorhofkontraktionen zu erkennen.

Nach Beendigung der Untersuchung wurden alle Patienten auf regelmäßige halbjährliche Kontrollen bei einem niedergelassenen Kardiologen hingewiesen und um Wiedervorstellung bei Bedarf gebeten.

3.2 Methoden

3.2.1. Kontrolluntersuchungen

Vor Entlassung wurde immer ein EKG durchgeführt. Falls die Patienten im Sinusrhythmus waren noch zusätzlich eine transthorakale Echokardiographie. In den Kontrolluntersuchungen wurden diese wiederholt und beim Follow up 2 und 3 je nach Möglichkeit durch ein Langzeit-EKG ergänzt.

3.2.1.1. 12-Kanal-EKG

Für das 12-Kanal-EKG wurden die Patienten, falls notwendig, an den vorgesehenen Ableitungspunkten rasiert und mit Desinfektionsspray (Kodan®) gesäubert. Schließlich wurden die Elektroden (Medicotest BS 3500 von Bluesensor) befestigt.

Die Elektrodenclips wurden angeschlossen und die Auswertung erfolgte automatisch. Es wurde das Gerät Cardiovit AT-5 der Firma Schiller verwendet. Das EKG wurde abschließend von einem erfahrenen Herzchirurgen interpretiert.

3.2.1.2.Langzeit-EKG

Zur genauen Analyse von P-Wellen und QRS-Komplexen wurde vor Anlegen des Langzeit-EKG ein 12-Kanal-EKG geschrieben. Dies erfolgte zur genauen Lageermittlung der Elektrode.

Anschließend wurden den Patienten, falls nötig, Brusthaare rasiert, und die Haut mit Desinfektionsmittel gesäubert. Es kam zum Aufkleben der vier Silberelektroden (Bluepoint von Bluesensor) auf die vorgesehenen Positionen. Durch Verbinden mit den Elektrodenclips wurde ein Anschluss an das Aufnahmegerät (Tracker der Firma Reynolds, 2-Kanal-System) vorgenommen. Danach wurden die Elektroden mit Pflaster fixiert, das Aufnahmegerät mit einer Batterie versehen und die Kassette (D-90-N von TDK) eingelegt. Bei sicherer Gerätefunktion wurde das Aufnahmegerät in die dafür vorgesehene Tasche eingebracht. Die Tasche wurde abschließend mittels einem Bauchgurt den Patienten umgeschnallt.

Als Analysegerät diente der Pathfinder Digital der Firma Reynolds. Nach dem Einlesen der Daten von der Kassette in den Rechner erfolgte eine Analyse des Rhythmus am Computerbildschirm. Bei unklaren Befunden wurden Kardiologen zur Kontrolle zu Rate gezogen. Wichtig war der Grundrhythmus, dementsprechend Sinusrhythmus oder Vorhofflimmern. Der stabile Sinusrhythmus wurde definiert bei 95-100% Sinusrhythmus im gesamten Langzeit-EKG. Das Auftreten von Vorhofflimmern-Episoden in einem ansonsten stabilen Sinusrhythmus wurde als paroxysmales Vorhofflimmern gezählt. Ein durchgehendes Vorhofflimmern im Langzeit-EKG dementsprechend dokumentiert.

3.2.1.3. Transthorakale Echokardiographie

Ein wichtiger Bestandteil der Untersuchung stellte die transthorakale Echokardiographie (TTE) dar, der alle Patienten im Sinusrhythmus unterzogen werden sollten. Bis auf einen Patienten im Follow up 1 und jeweils zwei Patienten im Follow up 2 und 3 konnten alle prospektiven Patienten untersucht werden. Bei 11 Patienten aus der retrospektiven Betrachtung war eine Nachuntersuchung nicht möglich.

Verwendet wurde hierzu immer das Gerät Sequoia® C256 der Firma Acuson mit dem 3V2c-Schallkopf mit 4,0 MHz. Die Untersuchung erfolgte in horizontaler leicht erhöhter Linksseitenlage. Diese Position eignet sich sehr gut für intrakardiale Darstellungen.

Die Untersuchung fand immer am gleichen Gerät statt und wurde immer durch den gleichen Untersucher durchgeführt.

Die Patientenherzen konnten mittels zweidimensionalem Echokardiogramm in der kurzen und langen Achse von apikal im Zwei- und Vierkammerblick dargestellt werden. Erfasst wurden die Mitralklappe und der linke Vorhof (LA). Es erfolgte hiermit eine zeitnahe Bestimmung der Organbewegung. Mit dem Pulsed Wave Doppler (CW-Doppler) konnten sowohl die Richtung als auch die Flussgeschwindigkeiten über der Mitralklappe ermittelt werden. Damit konnten die Peaks der A- und E-Welle aufgezeigt werden. Der CW-Doppler ermöglichte eine räumliche Zuordnung. Die Messung erfolgte damit in nur einem begrenzten Bereich, der im 2D-Bild als Messzeile (sample volume) eingeblendet wurde. Die E-Welle gab die frühe Einstromphase wieder und die A-Welle zeigte die späte Einstromphase, das heißt die Vorhofkontraktion, über der Mitralklappe an. In dem ergänzenden M-Modus konnte eine noch genauere Bestimmung des Durchmessers des linken Vorhofs (LA) erfolgen. Hierbei bestand eine eindimensionale Darstellung welche für lineare Messungen, wie hier benötigt, sehr geeignet ist.

Abbildung 2 zeigt die A- und die E-Welle im M-Modus der Mitralklappe.

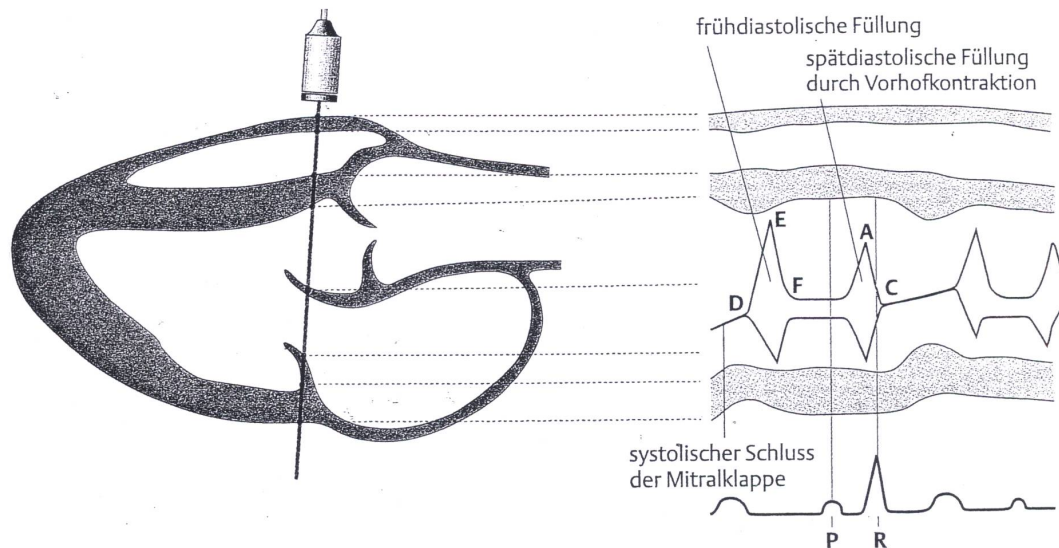


Abb. 2: E- und A-Welle im M-Modus der Mitralklappe

3.3 Experimenteller Teil

Als Versuchsobjekte dienten frische, ungekühlte (nicht älter als 24 Stunden) komplette Schweineherzen. An diesen wurde der linke Vorhof eröffnet, um dort die Koagulationslinien anzulegen. Dies erfolgte um gleiche Bedingungen zur Operation am Menschen zu schaffen. Anschließend wurden mit dem irrigierten Medronic Cardioblate® und der oben genannten nicht-irrigierten Kugelelektrode die Koagulationslinien angelegt. Bei beiden Geräten wurde die gleiche Wattzahl wie bei den Patienten gewählt.

Ziel war eine optisch ununterbrochene 3 cm lange Koagulationslinie im linken Vorhof zu erstellen. Dabei wurde die Zeit mit einer Stoppuhr erfasst. Tiefe und Breite der Koagulationslinien wurden mit einem Messschieber gemessen. Mit jedem Gerät wurden 13 Versuche durchgeführt. Abschließend wurden Proben der Ablationslinien und des angrenzenden Gewebes genommen. Diese wurden histologisch untersucht auf die Eindringtiefe und Transmuralität.

3.4 Statistischer Teil

Die statischen Auswertungen erfolgten mit dem SPSS-Programm for windows, Version 10.0.

Die Zahlenwerte in Tabellen und Text wurden in Mittelwert und einfacher Standardabweichung angegeben. Statistische Vergleiche im experimentellen Teil wurden mit dem t-Test Oneway Anova durchgeführt. Die Graphendarstellungen der experimentellen Untersuchung erfolgte durch Boxplots und Streudiagramme.

Zur Unterscheidung der Signifikanzen zwischen irrigiertem und nicht-irrigiertem Verfahren erfolgten Chi-Quadrat-Tests nach Pearson und der exakte Test nach Fischer. Die Graphendarstellungen wurden mit Streudiagrammen erstellt. Korrelationskoeffizienten mit dem Test nach Spearman-Rho errechnet.

Zur Feststellung einer Korrelation und der Signifikanz zwischen der vorbestehenden Dauer des Vorhofflimmerns und des LA-Durchmessers wurde eine Korrelation nach Spearman-Rho angewandt. Für die graphischen Darstellungen wurden Histogramme genutzt.