
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Universitäres Herzzentrum,
Klinik für Kardiologie, Direktor Prof. Dr. med. T. Meinertz

**Effektivität und Sicherheit der Katheterablation
von AV-Knoten-Reentrytachykardien bei älteren Patienten**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

Vorgelegt von: Anna Keitel
Haan

Betreuer: Prof. Dr. med. S. Willems
Dr. med. T. Rostock

Hamburg 2008

Angenommen von der Medizinischen Fakultät
der Universität Hamburg am : 16.06.2009

Veröffentlicht mit Genehmigung der Medizinischen
Fakultät der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: Prof. Dr. med. S. Willems

Prüfungsausschuss: 2. Gutachter/in: Prof. Dr. med. W. Renteln- Kruse

Prüfungsausschuss: 3. Gutachter/in: PD Dr. med. F. Wagner

Abkürzungsverzeichnis

AVNRT= AV- Knoten- Reentrytachykardie

AA = Antiarrhythmika

AH = Vorhof und His Bündel

DL = Durchleuchtungsdauer

EKG = Elektrokardiogramm

EPU= Elektrophysiologische Untersuchung

ERP = effektive Refraktärperiode

HF = Hochfrequenzstrom

HF- Applikation = Hochfrequenzstromabgabe

HV = His Bündel und Ventrikel

SVT= Supraventrikuläre Tachykardie

STH = Strukturelle Herzerkrankung

VA = Ventrikel und Vorhof

WZL = Wenckebachzykluslänge

WZL ant. = Wenckebachzykluslänge der antegraden Leitung

WZL ret. = Wenckebachzykluslänge der retrograden Leitung

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	1
INHALTSVERZEICHNIS.....	2
1. EINLEITUNG.....	4
1.1. Problemstellung	4
1.2. Epidemiologie der AV-Knoten-Reentrytachykardie.....	4
1.3. Pathophysiologie.....	5
1.4. Klinik.....	6
1.5. Diagnostik	6
1.6. Therapie	8
1.7. Katheterablation.....	8
1.8. Zielsetzung.....	10
2. PATIENTEN, MATERIAL UND METHODEN	11
2.1. Patienten.....	11
2.1.1. Erhebung der Patientengruppen.....	11
2.1.2. Beschreibung der Patientengruppen	11
2.2. Material	12
2.2.1. Verwendete Geräte bei der elektrophysiologischen Untersuchung.....	12
2.2.2. Verwendete Geräte bei der Katheterablation.....	13
2.3. Methoden.....	13
2.3.1. Elektrophysiologische Untersuchung.....	13
2.3.2. Stimulationsprotokoll.....	13
2.3.3. Hochfrequenzstromabgabe bei der Katheterablation	15
2.3.4. Katheterablationsprotokoll	15
2.3.5. Abbruchkriterien der Katheterablation	16
2.3.6. Endpunkte der Katheterablation	17
2.3.7. Nachuntersuchung.....	17
2.3.8. Datenauswertung.....	17

3. ERGEBNISSE	18
3.1. Patientencharakteristika vor der Behandlung	18
3.2. Elektrophysiologische Parameter	18
3.2.1. Elektrophysiologische Parameter vor Katheterablation	18
3.2.2. Elektrophysiologische Parameter während der Katheterablation	20
3.2.3. Elektrophysiologische Parameter nach Katheterablation	21
3.2.4. Einzelgruppenvergleiche elektrophysiologischer Parameter vor und nach Katheterablation.....	22
3.2.4.1. Elektrophysiologische Parameter der Gruppe 1	22
3.2.4.2. Elektrophysiologische Parameter der Gruppe 2.....	23
3.2.5. AV-Blockierungen	25
3.2.6. Rezidivrate	26
4. DISKUSSION.....	27
4.1. Akuterfolg der Katheterablation	27
4.2. Erfolgsrate der Katheterablation bei älteren Patienten	28
4.3. Studienbegrenzungen.....	32
5. ZUSAMMENFASSUNG.....	33
6. VERZEICHNISSE	35
6.1. Literaturverzeichnis	35
6.2. Tabellen	40
6.3. Abbildungen	40
ANHANG.....	41
Danksagung.....	41
Lebenslauf	42
Eidesstattliche Erklärung	43

1. Einleitung

1.1. Problemstellung

Die Erfolgsrate der Hochfrequenzstrom Katheterablation, der langsamen Leitungsbahn, zur Behandlung von AV-Knoten-Reentrytachykardien (AVNRT), liegt bei 97-100 % (Jazayeri et al., 1992; Kay et al., 1992; Keim et al., 1992; Wathen et al., 1992) und bietet eine kurative Therapie mit einer geringen Komplikationsrate. Eine Komplikation, die nach einer Katheterablation auftreten kann, ist eine höhergradige AV-Blockierung mit Schrittmacherpflichtigkeit. Dieses Risiko wird bei älteren Patienten nach Ablation oft höher eingestuft als bei jüngeren Patienten (Kevin et al., 2002), wodurch die Katheterablation in älteren Altersgruppen nicht als erste Therapiemaßnahme eingesetzt wird. Somit wird diese, bezüglich Symptomatik und Verbesserung der Lebensqualität der Patienten, Erfolg versprechende Therapie (Vester et al., 1998) dem älteren Patientenkollektiv häufig erst einmal vorenthalten. Gerade durch die steigende Lebenserwartung in unserer Bevölkerung haben jedoch Therapieverfahren bei älteren Patienten in den letzten Jahren im klinischen Alltag an Bedeutung gewonnen. Langfristig betrachtet ist eine kurative Therapiemethode oft kostengünstiger als eine langjährige medikamentöse Behandlung (Bathina et al., 1998).

1.2. Epidemiologie der AV-Knoten-Reentrytachykardie

Zu den häufigsten Ursachen paroxysmaler supraventrikulärer Tachykardien (SVT) gehören AVNRT und Tachykardien mit einer akzessorischen Leitungsbahn wie beim Wolff-Parkinson-White-Syndrom (Akthar et al., 1993). AVNRT können in jedem Lebensabschnitt auftreten, wobei ein gehäuftes Auftreten zwischen der 3. und 4. Lebensdekade zu beobachten ist. 2/3 aller betroffenen Fälle sind weiblich (Willems et al., 1999).

1.3. Pathophysiologie

Mit Beginn der elektrophysiologischen Diagnostik wurde in klinischen Untersuchungen die AV nodale Region als Ursprungsort supraventrikulärer Tachykardien des Menschen identifiziert (Goldreyer et al., 1971). Die funktionelle Längsdissoziation des AV-Knotens in eine langsam und eine schnell leitende intranodale Bahn bei AVNRT wurde von Denes und Mitarbeitern demonstriert (Denes et al., 1973). Die so genannte langsame Leitungsbahn besitzt eine geringe Leitungsgeschwindigkeit und eine kurze Refraktärzeit. Die schnelle Leitungsbahn hingegen weist eine schnelle Leitungsgeschwindigkeit mit einer langen Refraktärzeit auf. Bei vorzeitigem Einfallen einer atrialen Extrasystole in die effektive Refraktärperiode der schnellen Leitungsbahn kann es zu einer antegraden Überleitung über die langsame Bahn kommen. Ist die schnelle Leitungsbahn bereits wieder erregbar wird die Extrasystole nun retrograd über die schnelle Bahn weitergeleitet und eine anhaltende AVNRT initiiert, die so genannte gewöhnliche (slow-fast) Form.

Bei der ungewöhnlichen Form (fast-slow) findet eine antegrade Überleitung über die schnelle, und retrograde Weiterleitung über die langsame Bahn statt.

Die antegrade Aktivierung über eine langsame Leitungsbahn und Aktivierung über eine zweite langsame Bahn in retrograder Richtung wird als (slow-slow) Form bezeichnet und wurde von Mc Guire et al., (1991) und Jackmann et al., (1995) nachgewiesen.

Anfangs wurde noch die Theorie einer ausschließlich intranodal gelegenen Kreiserregung vertreten, die von einer Unabhängigkeit vom atrialen und ventrikulären Myokard ausging (Akthar et al., 1978, 1993; Schmitt et al., 1988). Durch perkutane Katheterablation konnten auch perinodales Gewebe und die unterschiedliche anatomische Lokalisation von schneller (anteroseptal) und langsamer (posteroseptal) gelegener Leitungsbahn dargestellt werden (Chen et al., 1993; Jazayeri et al., 1992; Kay et al., 1992; Mc Guire et al., 1991; Tai et al., 1997; Wathen et al., 1992; Willems et al., 1996).

1.4. Klinik

Die Frequenz der AVNRT liegt zwischen 140- 200 Schlägen pro Minute. In seltenen Fällen können auch höhere oder niedrigere Frequenzen auftreten. Klinische Symptome der Tachykardie sind Schwindelgefühl, verbunden mit Herzrasen, Palpitationen und leichter Dyspnoe. Sie tritt meist plötzlich bei Belastung oder in Ruhe auf und endet schlagartig. Die AVNRT tritt meist bei Herzgesunden auf und ist nicht lebensbedrohlich. Trotzdem besteht bei den meisten Patienten ein starker Leidensdruck, da die wahrgenommenen Symptome häufig als sehr belastend interpretiert werden. Aufgrund des paroxysmalen und damit nicht vorhersehbaren Auftretens der Symptomatik einer AVNRT bedeutet die Erkrankung für viele Patienten eine erhebliche Einschränkung der Lebensqualität (Wood et al., 1997).

1.5. Diagnostik

Das 12-Kanal-Oberflächen-EKG und Langzeit EKG über 24 Stunden ist ein wichtiger Bestandteil zur Diagnostik und Differentialdiagnostik einer AVNRT. Die Ursache für eine im Normbereich liegende meist kurze PQ Zeit im 12 Kanal EKG bei AVNRT ist in der raschen Leitungskapazität der schnellen Leitungsbahn begründet. Die gewöhnliche (slow-fast) Form weist im Gegensatz zur ungewöhnlichen (fast-slow) Form verschiedene Veränderungen im EKG auf.

Bei der slow-fast Form zeigt das EKG während einer Tachykardie und regelmäßigen RR-Intervallen einen schmalen QRS-Komplex. Die P-Welle ist durch zeitgleiche Erregung von Vorhof und Ventrikel im QRS-Komplex verborgen und deshalb häufig nicht erkennbar. Bei langsamer retrograder Leitung kann eine negative P-Welle nach dem QRS-Komplex erkennbar sein. Eine RSR Konfiguration in V1 ist ein weiteres diagnostisches Hilfsmittel.

Bei der fast-slow Form befindet sich die P-Welle zwischen den QRS-Komplexen. Das RP-Intervall ist länger als das PR Intervall. In den inferioren Ableitungen ist die P-Welle aufgrund der kaudokranialen Vorhofaktivierung stets negativ.

Die slow-slow Form ist ebenfalls durch eine Negativität der inferioren Ableitungen gekennzeichnet. Durch die antegrade Leitung über die langsame Bahn ist jedoch das PR Intervall im Gegensatz zur fast-slow Form länger.

Eine exakte Diagnostik von AVNRT ist allerdings nur mit Hilfe einer invasiven elektrophysiologischen Untersuchung möglich. Durch atriale oder ventrikuläre Stimulation kann die Induktion von AVNRT erzielt werden. Die Induktion der slow-fast Form der AVNRT erfolgt durch vorzeitige atriale Stimulation. Typisches elektrophysiologisches Merkmal vor Tachykardiebeginn ist ein plötzlich verlängertes Intervall zwischen Vorhof-(A-) und His-(H-) Bündel Potential (AH-Sprung). Dies weist auf eine funktionelle Längsdissoziation des AV Knotens in eine langsame und schnelle Bahn hin. Durch Verkürzung des Kopplungsintervalls, wird die Refraktärzeit der schnellen Leitungsbahn erreicht und der Impuls antegrad über die langsame Bahn weitergeleitet. Die Induktion einer Tachykardie steht jedoch nicht immer mit einer plötzlichen AH Zunahme in Zusammenhang. Bei 1/3 der Pat. liegt keine plötzliche AH Zunahme vor (Reddy et al., 1984). Ein Echoschlag tritt auf, wenn durch die Wiedererregbarkeit der schnellen Bahn ein retrograder Verlauf des Impuls stattfindet, es jedoch bei refraktärer langsamer Bahn zu keiner, erneuten antegraden ventrikulären Überleitung kommt.

Bei der Induktion der fast-slow Form der AVNRT kann häufig die Längsdissoziation des AV-Knotens mit sprunghafter VA Zunahme bei retrograder Stimulation nachgewiesen werden (Chen et al., 1993). Ein AH-Sprung muss nicht vorliegen, um diese AVNRT zu induzieren. Es liegt dann ein Ausdruck der antegraden Überleitung über die schnelle Bahn, mit langsamer retrograder Leitung vor.

Eine seltene Variante ist die slow-slow Form (Jackman et al., 1995). Die Kreiserregung erfolgt hier über zwei langsame Leitungsbahnen. Diese beginnt mit einer plötzlichen AH-Verlängerung, die auf eine antegrade Leitung über die langsame Bahn hinweist. Eine langsame retrograde Leitung folgt, durch die der Vorhof nahe dem Koronarsinus früh aktiviert wird.

1.6. Therapie

Als nichtmedikamentöse Therapie von AVNRT wird der Vasalva Pressversuch oder die Karotidruckmassage eingesetzt, die eine Terminierung der AVNRT zum Ziel haben. In der medikamentösen Akutbehandlung hat sich die i.v. Gabe von Adenosin als besonders effektiv erwiesen. Als Dauertherapie zur Rezidivprophylaxe setzt man Digitalis, Ca-Antagonisten oder β -Blocker (Hohnloser et al., 1996) ein, die überwiegend die Verlangsamung bzw. die Blockade der langsamen Bahn bewirken. Zur Rezidivprophylaxe werden außerdem Antiarrhythmika der Klasse I (insbesondere Ic) eingesetzt (Akthar et al., 1993). Diese blockieren die schnelle Leitungsbahn. Die medikamentöse antiarrhythmische Therapie stellt somit eine Therapieoption dar, eine AVNRT zu beseitigen. Diese beinhaltet jedoch einige Nachteile, die für den Patienten von Bedeutung sind: Komplikationen, die bei vorher bestehender struktureller Herzerkrankungen entstehen, können verstärkt werden. Es können Nebenwirkungen eintreten, die den Patienten langfristig in seiner Lebensqualität einschränken (Kalbfleisch et al., 1993; Schwacke et al., 2002; Vester et al., 1998). Außerdem setzt die medikamentöse Therapie beim Patienten eine langfristige Compliance voraus, um effektiv zu sein. Diese kann insbesondere von älteren Patienten häufig nicht mehr geleistet werden. Seit der Etablierung der Hochfrequenzstromkatheterablation spielt die medikamentöse Dauertherapie jedoch nur noch eine untergeordnete Rolle, da mit dieser Methode bei geringem Rezidivrisiko lebenslange antiarrhythmische Pharmakotherapien mit ihren Nebenwirkungen vermieden werden können (Vester et al., 1998; Schwacke et al., 2002). Außerdem steht eine Technik zur Verfügung, die wenig invasiv eine selektive Unterbrechung der schnellen oder langsamen Leitungsbahn gewährleistet, kurativ und komplikationsarm ist (Vester et al., 1998).

1.7. Katheterablation

Zu den interventionellen Behandlungsmethoden gehören die Ablationstechniken der schnellen und langsamen Leitungsbahn bei AVNRT.

Ziel ist es den Reentrykreis der AVNRT durch die Hochfrequenzabgabe (HF-Applikation) zu durchbrechen. In den Anfängen wurde die Ablation der schnellen Leitungsbahn durchgeführt (Jackman et al., 1992).

Die Katheterablation der schnellen Bahn mit Hochfrequenzstrom (HF) erfolgt anteroseptal, nahe dem Zentralkörper des AV Knotens. Jedoch wurden hier das Auftreten eines kompletten AV-Blocks bis zu 23% und Rezidive bis zu 31 % beschrieben (Mitrani et al., 1993). Durch sequentielles Mapping (Kottkamp et al., 1995) mit Positionierung des Katheters superior und posterior in Relation zum His-Potential und Stabilisierung der Elektrode außerhalb des Koch'schen Dreiecks wurde eine höhere Effektivität mit geringem Risiko eines AV-Blocks III. Grades erreicht. In Bezug auf retrospektive Studien, treten jedoch bei Ablation der schnellen Bahn signifikant häufiger Komplikationen in Form von AV-Blöcken auf als bei Ablation der langsamen Bahn (5,3% vs. 2,0%; Hindricks et al., 1992 / 1996).

Die Katheterablation der langsamen Bahn gehört bei einer Erfolgsrate von 97-100% (Jazayeri et al., 1992; Kay et al., 1992; Keim et al., 1992; Wathen et al., 1992) zu einer Therapieform mit insgesamt hoher Erfolgsquote. Trotzdem wird häufig insbesondere bei älteren Patienten die Komplikationsrate bezüglich eines AV-Blocks III. Grades als hoch eingestuft und deshalb von einer elektrophysiologischen Therapie abgeraten. Stattdessen wird diesen Patienten eine medikamentöse Therapie empfohlen. Bei einer medikamentösen Behandlung treten jedoch oft zahlreiche Nebenwirkungen auf, die insbesondere bei älteren Patienten mit strukturellen Herzerkrankungen Komplikationen hervorrufen können. Auch die bei älteren Patienten vorkommende gleichzeitige Einnahme mehrerer Medikamente kann zu Wechselwirkungen führen, die eine zusätzliche Belastung für den Patienten darstellen und einen Therapieerfolg verhindern können.

Die HF-Applikation der langsamen Bahn erfolgt im posterioren mittleren rechtsatrialen Septum nahe dem Ostium des Koronarsinus. Mit Hilfe von elektrophysiologischen Kriterien versucht man die beste Katheterposition aufzusuchen. Wenn durch HF-Applikationen in diesem Bereich kein Erfolg erzielt werden kann, wird das Mapping weiter midseptal fortgesetzt (Jackmann et al., 1992, Haissaguerre et al., 1992). Wie bereits durch intraoperatives Mapping gezeigt wurde (Keim et al., 1992), können Leitungsbahnen der anatomischen und funktionellen Variabilität unterliegen, so dass trotz ausschließlicher postero-septaler

HF-Applikation ein AV-Blocks III. Grades durch Ablation der langsamen und schnellen Bahn induziert werden kann.

Ein Hinweis auf einen Langzeiterfolg ist bei der Mehrzahl der Patienten (87%), sowohl bei auslösbarer als auch bei nicht auslösbarer AVNRT, das Auftreten junktionaler Rhythmen während HF-Ablation. (Willems et al., 1996). Es können jedoch auch während eines junktionalen Rhythmus VA-Blockierungen auftreten, die prädiktiv für einen AV-Block III. Grades sind (Jentzer et al., 1994). Deshalb sollte bei Auftreten von retrograd blockierten Schlägen die HF-Applikation abgebrochen werden.

Endpunkte der AV-Knoten Modulation stellen die Nichtauslösbarkeit der Tachykardie dar. Diese ist von der Persistenz einer Dualität der AV nodalen Leitung unabhängig. Nach erfolgreicher Modulation beträgt das Risiko eines AVNRT Rezidivs 0-5% (Vester et al., 1998). Auch bei fortbestehender Längsdissoziation des AV-Knotens scheint die Inzidenz von Rezidiven nicht erhöht zu sein (Willems et al., Wathen et al., 1992). Eine Ablation der langsamen Leitungsbahn bewirkt hingegen, dass die duale AV-Knoten Physiologie nicht mehr nachweisbar ist (Schwacke et al., 2002).

1.8. Zielsetzung

Das Ziel dieser Studie ist es, die Effektivität und Sicherheit der Katheterablation bei älteren Patienten mit AVNRT, im Vergleich zu einer jüngeren Patientengruppe, zu untersuchen. Als Zielkriterien werden die Rezidivrate, verschiedene elektrophysiologische Parameter, sowie die akzidentielle Induktion insbesondere von höhergradigen AV-Blöcken definiert.

Im Rahmen dieser Studie sollen zwei Patientengruppen mit symptomatischer AVNRT verglichen werden, die sich hinsichtlich des Alters der Patienten unterscheiden. Die erste Patientengruppe setzt sich aus Patienten zusammen, die zum Zeitpunkt der Therapie älter als 75 Jahre sind. Die zweite Gruppe sind Patienten, die ≤ 75 Jahre sind. Alle Patienten wurden mittels einer Katheterablation therapiert.

2. Patienten, Material und Methoden

2.1. Patienten

2.1.1. Erhebung der Patientengruppen

Alle Patienten, die im Zeitraum von Februar 1998 bis Juli 2004 zur elektrophysiologischen Diagnostik und Therapie aufgenommen wurden und bei denen eine AVNRT diagnostiziert werden konnte, wurden in die Studie eingeschlossen. Insgesamt wurden während dieses Zeitraums 578 Patienten mit einer symptomatischen AVNRT behandelt.

2.1.2. Beschreibung der Patientengruppen

In diese Studie wurden 578 Patienten im Alter zwischen 30 und 90 Jahren mit symptomatischer AVNRT eingeschlossen und altersabhängig in zwei Gruppen unterteilt. Der Cut-Off-Wert zwischen den Gruppen wurde bei 75 Jahren festgelegt.

In Gruppe 1 wurden n=508 Patienten eingeschlossen. Das durchschnittliche Alter der Patientengruppe betrug 51.1 ± 14.6 Jahre. 61% der Patienten (n=310) waren weiblich. Gruppe 2 setzt sich aus 70 Patienten zusammen. Das Durchschnittsalter liegt bei $79,4 \pm 3.6$ Jahren. 47% der Patienten (n=33) sind weiblich.

In Gruppe 1 wurden im Median 0.37 Patienten ± 0.51 antiarrhythmisch mittels eines β -Blockers, ACE-Hemmers oder anderen Antiarrhythmika behandelt. Vorbestehende strukturelle kardiale Erkrankungen lagen in Gruppe 1 bei 7.1% der Patienten vor (n=36). Vorhofflimmern trat bei 8.1 % der Patienten auf (n=41). In Gruppe 2 lag bei den 70 Patienten der Median der antiarrhythmisch behandelten Patienten bei 0.91 ± 0.68 . Strukturelle kardiale Vorerkrankungen wiesen 21% der Patienten (n=15) auf. Vorhofflimmern trat ebenfalls bei 21% der Patienten auf.

Tabelle 1: Patientencharakteristika von Gruppe 1 und Gruppe 2

	Gruppe 1	Gruppe 2
Patientenanzahl	n=508	n=70
Alter	MW=51.1, SA±14.6	MW=79.4, SA±3.6
Anteil weiblicher Patienten	61% (n=310)	33% (n=47)

Anmerkungen: MW: Mittelwert. SA: Standardabweichung. n: Anzahl.

2.2. Material

2.2.1. Verwendete Geräte bei der elektrophysiologischen Untersuchung

Die elektrophysiologische Untersuchung wurde mit multipolaren Kathetern durchgeführt. In den Bereich des hohen rechten Vorhofs und der Kammerspitze wurde je ein 6 French vierpoliger Katheter (BARD, Massachusetts, USA) eingesetzt.

Für den Bereich des His-Bündels wurde ein 6 French 10-poliger Katheter verwendet. Die Röntgenkontrolle der Katheterelektroden wurde mit einem handelsüblichen Röntgengerät (Siemens AG, München, Deutschland) durchgeführt.

Die Stimulation erfolgte mit Hilfe des Geräts UHS 20 (Firma Biotronik, Lörrach, Deutschland). Es erfolgte eine Aufzeichnung der endokardialen Elektrogramme. Die Signalverstärkung erfolgte durch die Computersoftware EP-LAB (EP-LAB, Quinton, USA), die einen Filter mit einer Bandbreite von 30-400 Hz beinhaltet. Die Elektrogramme wurden dann auf digitalen Speichermedien (optical disk) und auf EKG-Papier mit einer Papiergeschwindigkeit von 25-100 mm/s archiviert.

2.2.2. Verwendete Geräte bei der Katheterablation

Zusätzlich zu den unter Punkt 2.2.1. beschriebenen Geräten kam ein 7 French 4-poliger Ablationskatheter zum Einsatz (Osypka „Cerablate“, Dr. P. Osypka, Grenzach-Whylen, Deutschland). Dieser gehört zu den steuerbaren Elektrodenkathetern und besitzt eine 4 mm große Spitzenelektrode. Alle Katheterablationen wurden mit Hochfrequenzstrom durchgeführt, der über den 500 kHz Generator HAT 300 S (Dr. P. Osypka, Grenzach-Whylen, Deutschland) appliziert wurde.

2.3. Methoden

2.3.1. Elektrophysiologische Untersuchung

Als erstes erfolgte die elektrophysiologische Untersuchung. Falls der Patient Antiarrhythmika einnahm, mussten diese mindestens fünf Halbwertszeiten zuvor abgesetzt werden. Nachdem der Patient vom Arzt über die elektrophysiologische Untersuchung und die anschließende Katheterablation aufgeklärt wurde, musste der Patient in schriftlicher Form dem medizinischen Eingriff zustimmen. Zur leichten Sedierung des Patienten wurde Midazolam (5mg) und/ oder Fentanyl (0,1 mg) verabreicht. Nach Lokalanästhesie der Punktionsstellen, wurden mittels Seldinger-Technik die Schleusen in die rechte oder die linke V. femoralis eingeführt. Unter Röntgenkontrolle wurden die 6 French Katheter über diese Schleusen eingeführt. Sie wurden im Bereich des rechten hohen Vorhofs, des His-Bündels und der rechten apikalen Kammer positioniert.

2.3.2. Stimulationsprotokoll

Die Elektrophysiologische Untersuchung wurde nach einem Standardprotokoll durchgeführt. Bei diesem sind die zu bestimmenden Größen und die Reihenfolge der Untersuchungsschritte festgelegt. Neben der Vorhof und Kammerstimulation wurden die Katheter auch zur Endokardpotentialableitung verwendet. Die Stimulation wurde nach zwei verschiedenen Methoden durchgeführt (programmierte Stimulation und Frequenz steigernde Stimulation).

Bei der programmierten Stimulation erfolgte bei einer Basiszykluslänge von 510 und 440 ms bei jedem siebten Grundschlag 10 ms zuvor ein Extraschlag.

Bei der Stimulation mit steigender Frequenz steigerte man diese solange, bis das zu bestimmende Phänomen (AH-Sprung „jump“) auftrat.

Durch programmierte Vorhofstimulation bei Sinusrhythmus und konstanter stimulierter Grundfrequenz wurden die antegraden effektiven Refraktärperioden (ERP) bestimmt.

Die effektive Refraktärperiode ist das längste Intervall zweier Impulse, bei dem trotz atrialer Depolarisation keine Überleitung auf das His-Bündel nachweisbar ist.

Die Bestimmung der antegraden Wenckebach-Zykluslänge erfolgt durch Stimulation im rechten hohen Vorhof mit kontinuierlich steigender Frequenz. Die Wenckebach-Zykluslänge (WZL) wird durch das längste Intervall zwischen zwei Vorhofpotentialen gekennzeichnet. Nach fortschreitender Verlängerung des AH-Intervalls kommt es zu einer 2:1,3:1 Blockierung auf die Kammern bzw. die Vorhöfe.

Die retrograde Wenckebach-Zykluslänge wird durch die Kammerstimulation im Bereich der rechten apikalen Kammer bestimmt. Charakteristisch für die retrograde Wenckebach-Zykluslänge ist das Leitungsverhalten der schnellen Bahn, da diese eine kürzere ERP besitzt als die langsame Bahn.

Die Initiierung einer AVNRT und Bestimmung der Tachykardie-Zykluslänge erfolgte mit Hilfe einer programmierten Vorhof- oder Kammerstimulation. Konnte keine AVNRT ausgelöst werden, wurde versucht, diese mittels programmierter atrialer Stimulation mit zwei Extrastimuli zu initiieren. Wenn auch dieser Versuch erfolglos blieb, wurden positiv dromotrope und chronotrope Substanzen intravenös verabreicht. Mit Hilfe der titrierten Gabe von Orciprenalin wurde versucht, eine Frequenzsteigerung von 10-25% zu erzielen. Während der Infusion von Orciprenalin wurde das gesamte Stimulationsprotokoll wiederholt. Wenn danach ebenfalls keine AVNRT ausgelöst werden konnte, erfolgte die Gabe einer Bolusinjektion Atropin 1mg und das Stimulationsprotokoll wurde erneut wiederholt.

Während einer AVNRT wurde die durchschnittliche und minimale Zykluslänge sowie AH- und HA- Intervall bestimmt.

2.3.3. Hochfrequenzstromabgabe bei der Katheterablation

Eine intravenöse Bolusinjektion von 3000 I.E. Heparin wurde initial verabreicht. Zwischen der distalen Elektrode des Ablationskatheters und der indifferenten Elektrode auf dem Rücken wurde mit einem 500 kHz Generator unmodulierter Hochfrequenzstrom abgegeben. Die Messung und Anzeige von Impedanz, Stromabgabe, Energiefreisetzung und Katheterspitzentemperatur erfolgte kontinuierlich. Die Energieabgabe, bis zu einem Energieniveau von 40 Watt auf 60 Sekunden, erfolgte abhängig von Katheterspitzentemperaturen zwischen 60-65°C automatisch vom Generator. Kriterien für die vorzeitige Beendigung der Energieabgabe waren: Katheterdislokation, plötzlicher Impedanzanstieg, Wenckebachperiodik, AV-Block, retrograden VA-Block bei junctionalen ektope Schlägen und das Auftreten von AVNRT.

2.3.4. Katheterablationsprotokoll

Mit den folgenden Mappingtechniken erfolgte die Auswahl der Zielregion im posteroseptalen bis midseptalen Bereich: Zuerst wurde in der posteroseptalen Region des rechten Vorhofs ein „slow pathway potential“ nachgewiesen.

Daneben war das spätere Auftreten des atrialen Elektrokardiogramms im Vergleich zum Auftreten des atrialen Elektrogramms des His-Katheters oder des Katheters im hohen rechten Vorhof ein wichtiger Anhaltspunkt. Die atriale Elektrogrammamplitude musste der Hälfte oder weniger der ventrikulären Elektrogrammamplitude des gleichen Mappingkatheters entsprechen. Der atrioventrikuläre Quotient musste bei $<0,5$ liegen.

Ein weiteres Kriterium war eine verlängerte Dauer des atrialen Elektrokardiogramms im Vergleich zu denen des His-Katheters oder des Katheters im hohen rechten Vorhof und eine Fraktionierung mit oder ohne „slow pathway potential“. Schließlich war die Stabilität des Elektrokardiogramms während Sinusrhythmus und Vorhofstimulation ein wichtiges Bewertungsmaß.

Diese Stabilität wird als eine weniger als zehnpromtente Schlag-zu-Schlag-Abweichung definiert, bei der keine neuen Deflektionen auftreten oder verschwinden.

Die Analyse junktionaler Schläge (junktional ektope Schläge, JEB), die innerhalb der Katheterablation auftraten oder fehlten, wurde nach folgenden Variablen durchgeführt: Anzahl aller junktionalen Schläge, zeitlicher Beginn nach Applikation des Hochfrequenzstrom bis zum Auftreten des ersten junktionalen Schlag, Dauer und Gesamtdauer der junktionalen Salven, Muster der junktionalen Salven, Vorhandensein der retrograden VA Leitung.

Ziel der Katheterablation mittels Hochfrequenzstromabgabe im Bereich der langsamen Leitungsbahn war die Beseitigung der kreisenden Erregung über die schnelle und langsame Leitungsbahn.

Bei der Modulation der langsamen Bahn sollten die elektrophysiologischen Eigenschaften der langsamen Bahn derart verändert werden, dass sich ein Reentry über die langsame und schnelle Bahn nicht mehr ausbilden kann. Das Leitungsvermögen der langsamen Bahn wurde durch diesen Vorgang herabgesetzt, AH-Sprung und Echoschläge konnten weiterhin registriert werden.

Bei der Ablation wurde die kreisende Erregung über die schnelle und langsame Bahn des AV-Knotens verhindert, indem ein vollständiger Leitungsverlust der langsamen Bahn erzielt wurde und Vorhof- oder Kammerpotential über die langsame Bahn nicht mehr weitergeleitet werden konnten. Ein AH-Sprung konnte nicht mehr nachgewiesen werden.

2.3.5. Abbruchkriterien der Katheterablation

Bei Auftreten eines AV-Blocks III°, einer AV-Überleitung mit Wenckebachperiodik, einem Impedanzanstieg oder einer AVNRT wurde die Energieabgabe sofort unterbrochen.

2.3.6. Endpunkte der Katheterablation

Die Nichtinduzierbarkeit einer zuvor induzierbaren AVNRT stellten den Endpunkt der Katheterablation dar. Auch bei einer persistierenden Längsdissoziation des AV-Knotens wurde die Ablation beendet, da eine ausreichende Behandlung gewährleistet war.

2.3.7. Nachuntersuchung

Die Nachuntersuchung fand in beiden Gruppen in einem Zeitraum von durchschnittlich 37 Monaten statt (Gruppe 1: SA \pm 22, Range 1-78; Gruppe 2: SA \pm 24, Range 3-74). Innerhalb des ersten Jahres nach der Katheterablation wurden die Patienten alle 3 Monate in unserer kardiologischen Abteilung nachuntersucht. Die Nachuntersuchung beinhaltete ein 12-Kanal EKG und eine 24-Stunden Monitorüberwachung. Nach einem 3-monatigen Zeitintervall wurden sowohl die Patienten als auch die verantwortlichen Kardiologen telefonisch kontaktiert, um die Ergebnisse der Nachuntersuchung in Erfahrung zu bringen. Wenn ein Rezidiv der AVNRT diagnostiziert wurde, wurden die Patienten in die Poliklinik einbestellt und es wurde eine erneute elektrophysiologischen Untersuchung durchgeführt. Wurde dann ein Rezidiv festgestellt, wurde die Empfehlung gestellt, eine erneute Katheterablation der AVNRT durchzuführen.

2.3.8. Datenauswertung

Die Messwerte der beiden Gruppen wurden jeweils zu jedem der drei Messzeitpunkte miteinander verglichen (vor, während und nach der Katheterablation). Des Weiteren wurden die Messwerte einer Gruppe vor und nach der Ablation auf Unterschiede überprüft. Die Ergebnisdaten wurden je nach Skalenniveau der Variablen mittels T-Test oder Chi-Quadrat-Test ausgewertet. Das Signifikanzniveau wurde auf $p \leq 0.05$ festgelegt.

3. Ergebnisse

3.1. Patientencharakteristika vor der Behandlung

Die beiden Patientengruppen unterschieden sich vor der Katheterablation signifikant bezüglich der Parameter Vorhofflimmern und strukturelle Herzerkrankungen (STH). Bezüglich beider Parameter lagen in Gruppe 2 (ältere Patienten) deutlich höhere Werte vor (s. Tabelle 2)

Tabelle 2: Patientencharakteristika vor der Behandlung

	Gruppe 1	Gruppe 2	p-Wert
Vorhofflimmern	8.1% (n=41)	15% (n=21)	**
STH	7.1% (n=36)	15% (n=21)	**
AA, Median	Md=0.37, SA±0.51	Md=0.91, SA±0.68	n.s.

Anmerkungen: STH: Strukturelle Herzerkrankung. AA: Antiarrhythmika. Md: Median. SA: Standardabweichung. n: Anzahl. n.s.: nicht signifikant.

*p≤.05, **p≤.01, ***p≤.001

3.2. Elektrophysiologische Parameter

3.2.1. Elektrophysiologische Parameter vor Katheterablation

Bei der Erhebung der elektrophysiologischen Parameter vor der Katheterablation wurden signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen festgestellt. In Tabelle 2 sind die elektrophysiologischen Basisdaten beider Patientengruppen dargestellt.

Tabelle 3: Elektrophysiologische Parameter der Gruppe 1 und 2 vor Katheterablation

	Gruppe 1	Gruppe 2	p-Wert
PQ-Intervall (ms)	MW=155, SA±23	MW=202, SA±41	***
AH-Intervall (ms)	MW=75, SA±19	MW=104, SA±43	**
HV-Intervall (ms)	MW=47, SA±11	MW=49, SA±11	n.s.
WZL ant (ms)	MW=319, SA±59	MW=379, SA±85	**
WZL ret (ms)	MW=322, SA±62	MW=364, SA±74	*

Anmerkung: PQ: PQ-Intervall. AH: Atrium-His-Intervall. HV: His-Ventrikel-Intervall. WZL ant: Wenckebachzykluslänge der antegraden Leitung. WZL ret: Wenckebachzykluslänge der retrograden Leitung. MW: Mittelwert. SA: Standardabweichung. n: Anzahl. n.s.: nicht signifikant.

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$

Es besteht ein hoch signifikanter Unterschied in der Länge des PQ-Intervalls zwischen den Patientengruppen ($p < 0.001$). Das PQ -Intervall der Patienten in Gruppe 2 ist signifikant länger als das der Patienten in Gruppe 1. Ein signifikanter Gruppenunterschied ist bezüglich des AH-Intervalls ($p \leq 0.01$) festzustellen. Hier sind ebenfalls bei Gruppe 2 die längeren Intervalle festzustellen.

Bezüglich des HV-Intervalls ist kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen festzustellen.

Die Wenckebachzykluslänge der antegraden Leitung (WZL ant.) ist bei Gruppe 2 im Vergleich zu Gruppe 1 sehr signifikant ($p \leq 0.01$) erhöht.

Die Wenckebachzykluslänge der retrograden Leitung (WZL ret.) ist signifikant erhöht ($p \leq 0.05$). Somit ist sowohl die antegrade als auch die retrograde Leitungskapazität des AV-Knotens bei den älteren Patienten herabgesetzt.

3.2.2. Elektrophysiologische Parameter während der Katheterablation

Tabelle 4: Elektrophysiologische Daten der Gruppe 1 und 2 während Katheterablation

	Gruppe 1	Gruppe 2	p
EPU-Dauer (min)	MW=143, SA±59	MW=173, SA±48	*
HF (Applikationsanzahl)	MW=3,5, SA±4.2	MW=3.7, SA±3.6	n.s.
DL (min)	MW=7.8SA±6.1	MW=17.6, SA±11	***

Anmerkung: EPU-Dauer: Elektrophysiologische Untersuchungsdauer. HF: Hochfrequenzstrom. DL: Durchleuchtungsdauer. MW: Mittelwert. SA: Standardabweichung. n: Anzahl. n.s.: nicht signifikant.

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$

Wie in Tabelle 4 ersichtlich, sind während der Katheterablation in Gruppe 1 und Gruppe 2 bezüglich der Hochfrequenzstromabgabe keine signifikanten Unterschiede festzustellen. Es besteht hingegen ein sehr signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen bezüglich der Durchleuchtungsdauer ($p \leq 0.01$). Gruppe 2 wies eine deutlich längere Durchleuchtungsdauer auf. Des Weiteren konnte bezüglich der elektrophysiologischen Untersuchungsdauer ein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p \leq 0.05$). Hier wies ebenfalls Gruppe 2 die höheren Werte auf.

3.2.3. Elektrophysiologische Parameter nach Katheterablation

Beim Vergleich der elektrophysiologischen Parameter nach der Katheterablation können bezüglich aller gemessenen Parameter mit Ausnahme des HV-Intervalls signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden (s. Tabelle 5).

Sowohl das PQ-Intervall als auch das AH-Intervall weisen signifikante Unterschiede auf. Das PQ- und AH-Intervall sind in der Gruppe 2 signifikant länger als in der Gruppe 1. Bezüglich des HV-Intervalls bestehen zwischen den Gruppen keine signifikanten Unterschiede. Die antegrade und retrograde WZL ist bei den älteren Patienten in Gruppe 2 signifikant verlängert.

Tabelle 5: Elektrophysiologische Parameter der Gruppe 1 und 2 nach Katheterablation

	Gruppe 1	Gruppe 2	p-Wert
PQ-Intervall (ms)	MW=157, SA±23	MW=205, SA±42	***
AH-Intervall (ms)	MW=75, SA±18	MW=109, SA±44	**
HV-Intervall (ms)	MW=50, SA±12	MW=50, SA±10	n.s.
WZL ant (ms)	MW=342, SA±72	MW=423, SA±89	**
WZL ret (ms)	MW=308, SA±59	MW=377, SA±71	**

Anmerkung: PQ: PQ-Intervall. AH: Atrium-His-Intervall. HV: His-Ventrikel-Intervall. WZL ant: Wenckebachzykluslänge der antegraden Leitung. WZL ret: Wenckebachzykluslänge der retrograden Leitung. MW: Mittelwert. SA: Standardabweichung. n: Anzahl. n.s.: nicht signifikant.

*p≤.05, **p≤.01, ***p≤.001

3.2.4. Einzelgruppenvergleiche elektrophysiologischer Parameter vor und nach Katheterablation

3.2.4.1. Elektrophysiologische Parameter der Gruppe 1

Beim Vergleich der elektrophysiologischen Daten der Gruppe 1 vor und nach der Katheterablation zeigt sich bezüglich keinem der erhobenen Parameter ein signifikanter Unterschied (s. Tabelle 6).

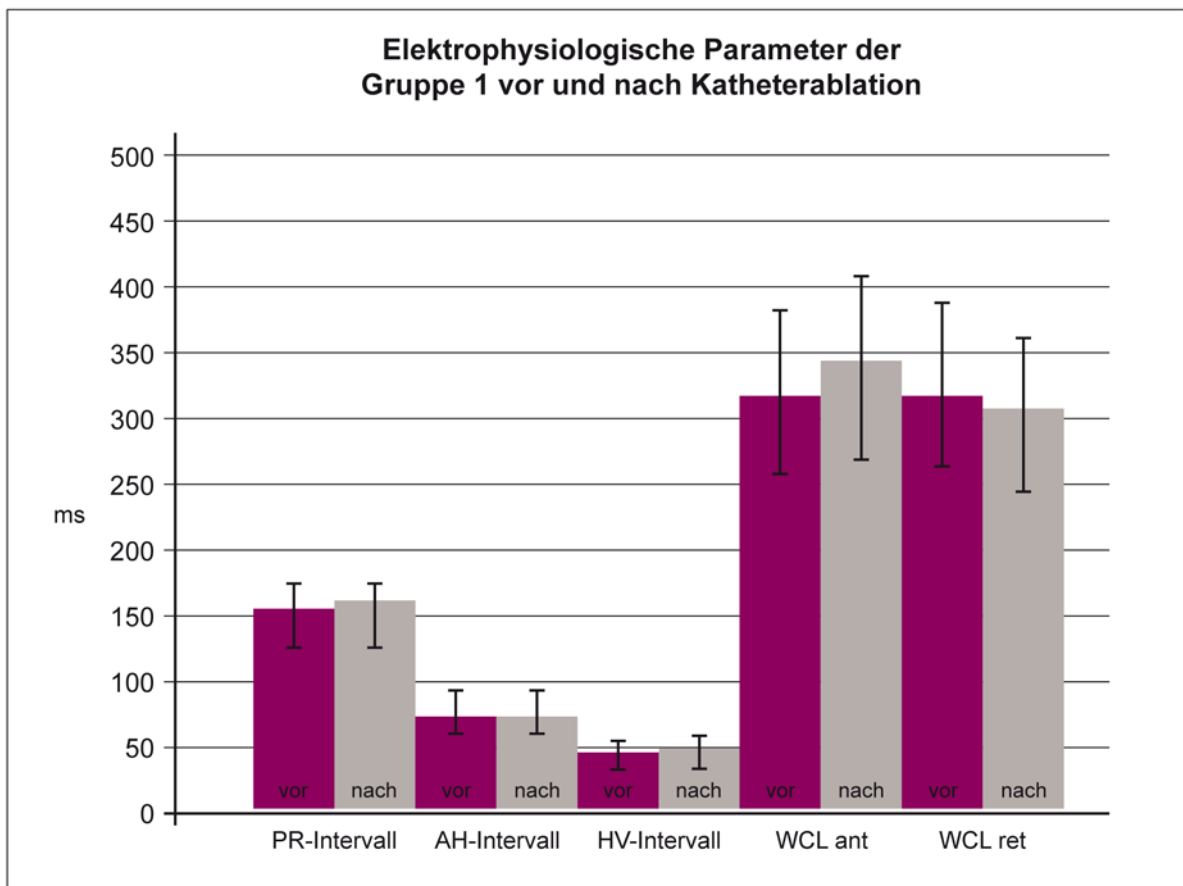
Tabelle 6: Elektrophysiologische Daten der Gruppe 1

	vor	nach	p-Wert
PR-Intervall (ms)	MW=155, SA±23	MW=157, SA±23	n.s.
AH-Intervall (ms)	MW=75, SA±19	MW=75, SA±18	n.s.
HV-Intervall (ms)	MW=47, SA±11	MW=50, SA±12	n.s.
WZL ant (ms)	MW=319, SA±59	MW=342, SA±72	n.s.
WZL ret (ms)	MW=322, SA±62	MW=308, SA±59	n.s.

Anmerkung: PR: PR-Intervall. AH: Atrium-His-Intervall. HV: His-Ventrikel-Intervall. WZL ant: Wenckebachzykluslänge der antegraden Leitung. WZL ret: Wenckebachzykluslänge der retrograden Leitung. MW: Mittelwert. SA: Standardabweichung. n: Anzahl. n.s.: nicht signifikant.

*p≤.05, **p≤.01, ***p≤.001

Abbildung 1 :



3.2.4.2 Elektrophysiologische Parameter der Gruppe 2

Ebenso wie bei Gruppe 1 können bei Gruppe 2 zwischen den beiden Messzeitpunkten vor und nach der Katheterablation keine signifikanten Unterschiede der elektrophysiologischen Daten festgestellt werden.

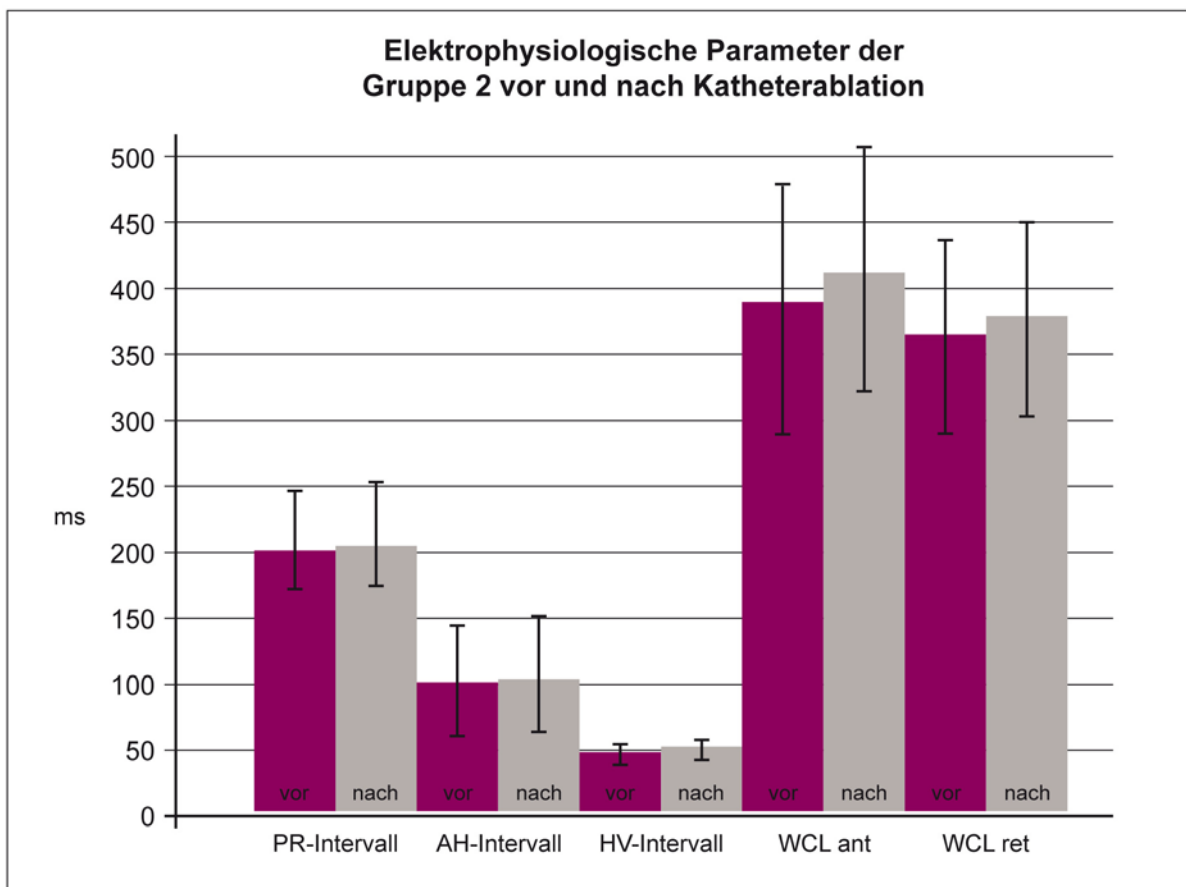
Tabelle 7: Elektrophysiologische Daten der Gruppe 2

	vor	nach	p-Wert
PR-Intervall (ms)	MW=202, SA±41	MW=205, SA±42	n.s.
AH-Intervall (ms)	MW=104, SA±43	MW=109, SA±44	n.s.
HV-Intervall (ms)	MW=49, SA±12	MW=50, SA±10	n.s.
WZL ant (ms)	MW=379, SA±85	MW=423, SA±89	n.s.
WZL ret (ms)	MW=364, SA±74	MW=377, SA±71	n.s.

Anmerkung: PR: PR-Intervall. AH: Atrium-His-Intervall. HV: His-Ventrikel-Intervall. WZL ant: Wenckebachzykluslänge der antegraden Leitung. WZL ret: Wenckebachzykluslänge der retrograden Leitung. vor: vor der Katheterablation. nach: nach der Katheterablation. MW: Mittelwert. SA: Standardabweichung. n: Anzahl. n.s.: nicht signifikant.

*p≤.05, **p≤.01, ***p≤.001

Abbildung 2 :



3.2.5. AV- Blockierungen

Im Folgenden ist die Inzidenz der Induktion von AV-Blockierungen als Komplikation der Modulation der langsamen Leitungsbahn im Vergleich der beiden Gruppen dargestellt (s. Tabelle 8). Während in Gruppe 2 keine AV-Blöcke auftraten, traten in Gruppe 1 bei 1,37% AV-Block I. Grades sowie bei 0,79% AV-Blöcke II. oder III. Grades auf. Der Unterschied zwischen den Gruppen bezüglich des Auftretens ist sehr signifikant ($p \leq 0.01$).

Die höhergradigen AV-Blöcke II. und III. Grades hatten eine Schrittmacherimplantation zur Folge. Da in Gruppe 2 bei keinem der Patienten ein Schrittmacher implantiert werden musste, besteht auch bezüglich dieses Merkmals ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen ($p \leq 0.05$).

Tabelle 8: AV-Blöcke höheren Grades der Gruppe 1 und 2 nach Katheterablation

	Gruppe 1	Gruppe 2	p-Wert
AV Block I. Grades	1.37% (n=7)	0%	**
AV Block II. oder III. Grades	0.79% (n=4)	0%	*
Schrittmacherimplantation	0.79% (n=4)	0%	*

Anmerkung: n: Anzahl. n.s.: nicht signifikant. *p≤.05, **p≤.01, ***p≤.001

3.2.6. Rezidivrate

Tabelle 9 stellt die Auftretenshäufigkeit eines Rezidivs bei beiden Gruppen dar. Bezüglich der Rezidivhäufigkeit besteht zwischen den Gruppen ein hoch signifikanter Unterschied ($p < 0.001$), da in Gruppe 2 kein einziges Rezidiv aufgetreten ist, in Gruppe 1 hingegen bei 2.95% der Patienten.

Tabelle 9: Rezidiv nach Katheterablation

	Gruppe 1	Gruppe 2	p-Wert
Patienten	n= 508	n= 70	
Rezidiv	2.95% (n=15)	0%	***

Anmerkung: n: Anzahl. *p≤.05, **p≤.01, ***p≤.001

4. Diskussion

4.1. Akuterfolg der Katheterablation

Die Katheterablation der langsamen Bahn bei AVNRT zählt heute zu den bewährten Therapiemethoden (Haissaguerre et al., 1992; Hindricks et al., 1996; Willems et al., 2004).

In dieser Studie konnte die AVNRT durch Katheterablation der langsamen Bahn sowohl bei jüngeren als auch bei älteren Patienten (>75 Jahre) erfolgreich therapiert werden. Die Effektivität der Katheterablation konnte durch eine sehr niedrige Rezidivrate belegt werden. In Gruppe 1 waren von insgesamt 508 Patienten innerhalb eines Beobachtungszeitraumes von durchschnittlich 37 ± 22 Monaten (Range 1-78) 97,1% der Patienten rezidivfrei. In Gruppe 2 trat bei keinem der 70 Patienten innerhalb einer mittleren Beobachtungszeit von ebenfalls 37 ± 24 Monaten (Range 1-74) ein Rezidiv auf. Der Gruppenunterschied in Bezug auf die Rezidivrate ist hochsignifikant ($p \leq 0.001$). Auch die Komplikationsrate, definiert als Induktion eines AV Blockes höheren Grades nach Katheterablation, war in dieser Studie insgesamt gering. In Gruppe 1 trat in 0,79 % ein AV Block II. oder III. Grades mit Schrittmacherpflichtigkeit auf. In Gruppe 2 trat kein AV Block höheren Grades auf. Der Gruppenunterschied in Bezug auf die Induktion eines höhergradigen AV Blocks zeigt Signifikanz.

Im Vergleich dazu erzielten Clague et al. (2000) zwar bei 379 Patienten (MW=47 Jahre) mit AVNRT durch Katheterablationen der langsamen Bahn innerhalb eines Katamnesezeitraums von 40 Monaten eine hohe Erfolgsrate, jedoch trat eine höhere Rezidivrate (6,9%) als in unserer Studie auf. Komplette AV-Blockierungen III. Grades traten in 0,8% der Fälle auf.

Auch H. Schwacke et al. (2002) konnten in Ihrer Studie belegen, dass die Katheterablation eine effektive Therapiemethode ist. In ihrer Beobachtungsstudie untersuchten sie bei 387 Patienten in einem Untersuchungszeitraum von 8 Jahren Ablationen der langsamen und schnellen Bahn. Das durchschnittliche Alter der Patienten betrug 54 Jahre ($SA \pm 14$). Erfolgreiche Ablationen konnten bei 97% der Patienten dokumentiert werden.

Im Gegensatz zu unserer Studie liegt dennoch eine höhere Rezidiv und Komplikationsrate vor, da Rezidive in 7,4 % der Fälle auftraten und die Induktion eines AV-Blocks III. Grades mit anschließender Schrittmacherimplantation bei 1% der Patienten erfolgte.

In einer Studie von Scheinmann et al. (1998) lag die Erfolgsrate nach Katheterablation ebenfalls bei einem hohen Prozentsatz (96,1%). Das Auftreten eines höhergradigen AV-Blockes in 1% der Fälle weist wiederum im Hinblick auf unsere Studienergebnisse eine höhere Komplikationsrate auf.

Zado et al. (2000) führten bei 695 Patienten in einem Zeitraum von 2 Jahren Katheterablationen durch, bei denen die Erfolgsrate zwischen 90 und 95% lag. Komplikationen traten in 2-5% der Fälle auf und waren damit im Vergleich zu unserer Studie häufiger.

Nach den Daten des europäischen Ablationsregisters traten bei 2% von 880 retrospektiv erfassten Patienten die Komplikation des AV-Blocks III. Grades ebenfalls häufiger auf als bei den in unserer Studie erfassten Patienten (Hindricks et al., 1996).

Somit zeigt unsere Studie, dass die Katheterablation der langsamen Bahn wegen der niedrigen Rezidivrate, dem Fehlen von langfristigen Nebenwirkungen, und einer geringen Komplikationsrate zur Therapie der ersten Wahl gehört.

4.2. Erfolgsrate der Katheterablation bei älteren Patienten

Trotz der hohen Erfolgsrate bei Katheterablation der langsamen Bahn, wird das Risiko der Induktion eines AV Blocks II./III. Grades bei älteren Patienten oft als höher angenommen als bei jüngeren Patienten. Stattdessen wird älteren Patienten häufig eine medikamentöse Therapie empfohlen. Auch wenn die AVNRT keine lebensbedrohliche Rhythmusstörung ist, bietet diese jedoch ein großes Spektrum an Symptomen, die durch ihr regelmäßiges und häufiges Auftreten den Patienten in seiner Lebensqualität deutlich einschränken können (Kathrin Wood et al., 1997).

Komplikationen bei der Katheterablation als Folge des Eingriffs stellen einen weiteren Grund dar, weshalb älteren Patienten oft von einer Katheterablation abgeraten wird.

Die Ergebnisse der Studie von Boulos et al. (1998) wiesen darauf hin, dass die Katheterablation bei alten Patienten keine Therapie der ersten Wahl ist. In der Studie ergab sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Alter der Patienten (> 65 Jahre) und der Induktion eines AV-Blocks III. Grades nach Katheterablation der langsamen Bahn. Aufgrund der höheren Auftretensrate bei älteren Patienten raten die Autoren der Studie von dieser Therapiemethode für dieses Patientenkollektiv ab.

Die Ergebnisse der von uns durchgeführten Studie hingegen verdeutlichen, dass keine Altersabhängigkeit bezüglich des Risikos eines höhergradigen AV-Blocks nach Katheterablation der langsamen Bahn bei AVNRT vorliegt. In der Gruppe der jüngeren Patienten (Gruppe 1) traten bei 1,37% der Patienten AV-Blöcke I. Grades auf. AV-Blöcke II. und III. Grades mit anschließender Schrittmacherimplantation traten in 0,79% der Fälle auf. Bei den älteren Patienten (Gruppe 2) traten hingegen nach Katheterablation keine AV-Blöcke auf. Dieser Gruppenunterschied war signifikant. Also zeigte sich in unserer Studie in der Gruppe der älteren Patienten eine signifikant geringe Auftretensrate eines höhergradigen AV-Blockes im Vergleich zur Gruppe der jüngeren Patienten, so dass die Studienergebnisse den Ergebnissen der Studie von Boulos et al. (1998) widersprechen.

Kevin et al. (2002) stellen in Ihrer Studie fest, dass die invasive Therapie mittels Katheterablation mit einer Erfolgsrate von 90-97 % effektiv und sicher ist. Insbesondere im Vergleich zur medikamentösen Therapie konnten sie zeigen, dass mit der invasiven Therapie eine erhebliche Verbesserung der Lebensqualität erzielt werden kann (Cheng et al., 2000; Kalbfleisch et al., 1993). Bezug nehmend auf Daten aus einer Langzeitstudie, die über einen Zeitraum von 10 Jahren durchgeführt wurde, sehen sie als weiteren Vorteil die Einsparung von Kosten durch eine invasive Therapie im Vergleich zur medikamentösen Therapie (Bathina et al., 1998). Im Gegensatz zu den Ergebnissen unserer Studie traten jedoch bei der Durchführung der invasiven Therapie bei älteren Patienten im Vergleich zu jüngeren deutlich mehr Komplikationen auf, denn das Risiko eines AV-Blockes III. Grades nach

Katheterablation der langsamen Bahn lag für die Gesamtstichprobe bei <1%, das Risiko bei älteren Patienten war jedoch deutlich höher.

Ausserdem im Gegensatz zu unseren Ergebnissen steht die Studie von Li et al. (2001). Ihre Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Risiko eines höhergradigen AV-Blocks nach Katheterablation bei älteren Patienten höher ist als bei jüngeren. Nach einer Beobachtungszeit von 12 Monaten mit insgesamt n=346 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 53 ± 14 trat in der jüngeren Patientengruppe kein höhergradiger AV-Block auf. In der Gruppe der älteren Patienten traten höhergradige AV-Blockierungen in 33 % der Fälle auf. Zwischen den Gruppen bestand ein hoch signifikanter Unterschied ($p \leq 0.001$).

Als weitere elektrophysiologische Parameter wurden in unserer Studie die Untersuchungsdauer und Durchleuchtungsdauer erhoben. Beide Parameter waren bei den älteren Patienten (Gruppe 2) signifikant länger. Erfahrungsgemäß ist dies auf die Schwierigkeit der Platzierung von Kathetern bei Patienten mit strukturellen Herzerkrankungen zurückzuführen. In Gruppe 2 (ältere Patienten) traten strukturelle Herzerkrankungen bei 21% auf, in Gruppe 1 (jüngere Patienten) nur bei 7,1%. Ebenfalls zeigte sich in Gruppe 2 (ältere Patienten) beim PR- und AH-Intervall eine signifikante Verlängerung, sowohl vor als auch nach der Katheterablation. Die PR- und AH-Intervallverlängerung führten jedoch zu keinem erhöhten Risiko im Hinblick auf die Induktion eines AV-Blockes II. oder III. Grades nach Katheterablation. Diese Resultate stehen im Gegensatz zu den Ergebnissen von Li et al. (2001)., die in Ihrer Studie feststellten, dass ein verlängertes PR-Intervall vor der Katheterablation ein erhöhtes Risiko für einen höhergradigen AV-Block darstellt. Ein verlängertes PR Intervall korrelierte ebenfalls mit der Gruppe der älteren Patienten.

Kalusche et al. (1998) vertreten ebenfalls wie unsere Studie eine konträre Position zu Boulus et al. (1998) und Kevin et al. (2002). Sie betonen, dass die Katheterablation unabhängig vom Alter des Patienten eine erfolgreiche Therapiemethode mit geringer Komplikationsrate darstellt. In Ihrer Studie wurden 395 Patienten mit AVNRT untersucht, bei denen eine Ablation der langsamen Bahn durchgeführt worden war. Das Durchschnittsalter aller Patienten betrug 52,3 Jahre.

Die Patienten wurden altersabhängig in zwei Gruppen unterteilt (Cut-Off 65). Das Durchschnittsalter der älteren Patienten betrug 70,4 Jahre. Die Ablation der langsamen Bahn wurde bei 82% der älteren Patienten und 94% der Jüngeren durchgeführt ($p \leq 0.001$). Die Studienergebnisse zeigten, dass die Erfolgsrate und Rezidivrate nach Katheterablation sowohl bei den Patienten <65 Jahren, als auch bei den Patienten >65 Jahren ähnliche Ergebnisse zeigten. Denn die Erfolgsrate betrug bei den älteren Patienten 96,8 %, bei den jüngeren Patienten 95,3 %. Die Rezidivrate lag bei den älteren Patienten bei 5,8 %, bei den Jüngeren bei 4,9 %. Bei den älteren Patienten trat in 2,3 %, bei den Jüngeren Patienten in 1,6 % ein höhergradiger AV Block auf. Untersuchungszeit, Durchleuchtungszeit und Röntgenstrahlendosis zeigte keine altersabhängigen Unterschiede. Somit zeigten Kalusche et al. (1998), dass die Katheterablation bei AVNRT zu einer erfolgreichen und risikoarmen Therapiemethode gehört, und nicht in Abhängigkeit vom Alter des Patienten entschieden werden sollte. Sie unterstützen somit den Standpunkt dieser Studie, jedoch gab es gravierende Unterschiede hinsichtlich der Patientenanzahl, des Durchschnittsalters der Patienten und der Rezidivrate. Kalusche et al. (1998) haben mit einer Differenz von 183 Patienten eine deutlich kleinere Patientenanzahl in Ihre Studie eingeschlossen als in dieser Studie untersucht wurden (395 versus 578). Von den insgesamt 395 Patienten zeigte sich in der Gruppe der älteren Patienten mit 5,8 % eine deutlich höhere Rezidivrate als in der Gruppe der Jüngeren Patienten (4,9 %). In dieser Studie wies hingegen die Gruppe der älteren Patienten (0%) eine deutlich niedrigere Rezidivrate als die Gruppe der jüngeren Patienten (2,95 %) auf, das die Effektivität der Therapiemethode bei älteren Patienten stärker hervorhebt. Bezüglich des Alters waren die älteren Patienten in der Studie von Kalusche et al. (1998) im Durchschnitt deutlich jünger als in dieser Studie. Während das Durchschnittsalter der älteren Patientengruppe bei Kalusche et al. (1998) 70.4 Jahre betrug, lag das Durchschnittsalter der älteren Patienten in unserer Studie bei 79,4 Jahren. Durch das höhere Durchschnittsalter und die niedrige Rezidivrate in unserer Studie haben wir gezeigt, dass die Katheterablation sogar bei sehr alten Patienten sinnvoll und erfolgreich ist.

Epstein et al. (1994) bewiesen ebenfalls eine Altersunabhängigkeit hinsichtlich der Erfolgsrate bei Katheterablation. Zu den älteren Patienten gehörten 68 Patienten im Alter zwischen 72 und 77 Jahren.

Chen et al. (1993) unterstützen die These von Epstein et al. (1994) und Kalusche et al. (1998). Ihr Patientengut hatte ein Durchschnittsalter der älteren Patienten von 69 Jahre. Im Vergleich zu den Studien von Epstein et al. (1994) und Chen et al. (1993) war das Durchschnittsalter der älteren Patienten in unserer Studie deutlich höher.

Wie die Ergebnisse unserer Studie zeigen, gehört die Katheterablation der langsamen Bahn bei AVNRT auch für ältere Patienten zur erfolgreichen und kurativen Therapiemaßnahme. Sowohl die Effektivität der Therapiemaßnahme als auch die Komplikationsrate in Form von höhergradigen AV Blöcken hängen nicht von einem höheren Lebensalter ab.

4.3. Studienlimitationen

Die Einnahme von Antiarrhythmika trotz erfolgreicher Katheterablation bei AVNRT könnte zu einem Parameter gehören, der das Ergebnis in der Nachbeobachtungszeit zusätzlich beeinflusst. Der Grund für eine fortbestehende medikamentöse Therapie war am häufigsten Vorhofflimmern (8,1% in Gruppe 1 und 15% in Gruppe 2), das als zusätzliche Rhythmusstörung neben der AVNRT vorlag. Auch wenn die Symptomatik der AVNRT trotz Antiarrhythmikaeinnahme auftrat, könnte es in der Nachbeobachtungszeit zur Ergebnisbeeinflussung kommen.

Eine weitere Studienlimitation könnte sich auf die differierende Patientenzahl beziehen. In Gruppe 2 ist diese mit 70 Patienten geringer als in Gruppe 1 (n=508). Trotzdem unterliegt die unterschiedliche Patientenzahl beider Gruppen einem normalen demographischen Verteilungsmuster aufeinander folgender Patienten, die zur invasiven Behandlung einer AVNRT überwiesen werden.

5. Zusammenfassung

AV-Knoten-Reentrytachykardien gehören zu den am häufigsten auftretenden paroxysmalen supraventrikulären Tachykardien. Auch wenn diese zwischen dem 30. und 40. Lebensjahr gehäuft diagnostiziert werden, können sie prinzipiell in jedem Lebensabschnitt auftreten. Durch den demographischen Wandel in unserer Gesellschaft, der zu einer höheren Lebenserwartung des Einzelnen führt, gewinnt auch die Wahl einer langfristig sinnvollen und kostengünstigen Therapie einer AVNRT bei älteren Patienten an Bedeutung. Allerdings wurde bisher die Katheterablation bei älteren Patienten nicht als erste und langfristig sinnvolle Therapiemaßnahme empfohlen, da das Risiko eines höhergradigen AV-Blockes mit Schrittmacherpflichtigkeit höher als bei jüngeren Patienten eingestuft wurde.

In diese Studie wurden 578 Patienten eingeschlossen, die zwischen Februar 1998 und Juli 2004 mit symptomatischer AVNRT durch eine Katheterablation der langsamen Leitungsbahn therapiert wurden. Die Patienten wurden in Abhängigkeit von Ihrem Alter in zwei Gruppen eingeteilt. In Gruppe 1 waren Patienten im Alter ≤ 75 Jahren ($n = 508$). Gruppe 2 enthielt Patienten im Alter ≥ 75 Jahren ($n = 70$). Die Nachbeobachtungszeit war in Gruppe 1, 37 ± 22 (1-78) Monate und in Gruppe 2, 37 ± 24 Monate (3-74). Wenn AVNRT Rezidive auftraten, wurde Patienten angeraten, sich erneut abladieren zu lassen.

Ziel dieser Studie war es, den Erfolg und die Komplikationsrate, insbesondere im Hinblick auf die Induktion eines AV Blocks höheren Grades, durch Katheterablation bei älteren Patienten zu untersuchen. Hierzu wurden elektrophysiologische Parameter, die Induktion eines AV Blockes und die Rezidivrate vor und nach Katheterablation miteinander verglichen.

Signifikante Unterschiede gab es bezüglich eines verlängerten PQ und AH Intervalls vor Katheterablation in Gruppe 2. Auch antegrade und retrograde Wenckebach Zykluslänge der Gruppe 2 waren im Gegensatz zu Gruppe 1 verlängert. Die verlängerten PQ, AH, WZL, Intervalle in Gruppe 2 führten jedoch nicht zu einem erhöhten Risiko der Induktion eines AV Blocks II./ III. Grades.

Während in Gruppe 1 bei 4 Patienten (0,79%) ein AV Block II. oder III. Grades mit anschließender Schrittmacherimplantation auftrat, wurde kein AV Block II. oder III. Grades in Gruppe 2 nachgewiesen. Dieser Unterschied war signifikant. Rezidive traten in Gruppe 1 bei 15 Patienten auf (2,95%). Gruppe 2 war rezidivfrei.

Die Katheterablation der langsamen Leitungsbahn bei älteren Patienten mit AV-Knoten-Reentrytachykardien ist eine sichere und effektive Methode. Bisherige Vorbehalte bezüglich eines grösseren Risikos im Alter sind nach den Ergebnissen dieser Studie nicht mehr aufrechtzuerhalten. Somit sollte die Katheterablation auch bei älteren Patienten als Therapie der 1. Wahl eingesetzt werden.

6. Verzeichnisse

6.1. Literaturverzeichnis

Akthar M, Damato AN, Ruskin JN, Batsford WP, Reddy CP, Ticzon AR, Dhatt MS, Gomes AC, Calon AH (1978). *Antegrade and retrograde conduction characteristics in three patterns of paroxysmal atrioventricular junctional re-entrant tachycardia.* Am Heart J., 95: 22-42.

Akthar M, Jazayeri MR, Sra J, Blanck Z, Deshpande S, Dhala A (1993). *Atrioventricular Nodal Reentry: Clinical, Electrophysiological and Therapeutic Considerations.* Circulation, 88, 282-95.

Bathina MN, Mickelsen S, Brooks C, Jaramillo J, Hepton T, Kusumoto FM (1998). *Radiofrequency catheter ablation versus medical therapy for initial treatment of supraventricular tachycardia and its impact on quality of life and healthcare costs.* Am J Cardiol, 82, 589-593.

Boulos M, Hoch D, Schecter S, Greenberg S, Levine J (1998). *Age dependence of complete heart block complicating radiofrequency ablation of the atrioventricular nodal slow pathway.* Am J Cardiol, 82, 390-391.

Chen SA, Chiang CE, Yang CJ, Cheng CC, Wu TJ, Wang SP, et al. (1994). *Accessory pathway and atrioventricular node re-entrant tachycardia in elderly patients: clinical features, electrophysiologic characteristics and results of radiofrequency ablation.* J Am Coll Cardiol, 23, 702-708.

Chen SA, Chiang CE, Tsang WP, Hsia CP, Wang D, Yeh H, Ting CT, Chuen C, Yang CJ, Cheng CC, Wang SP, Chiang BN, Chang MS (1993). *Selective radiofrequency catheter ablation of fast and slow pathways in 100 patients with atrioventricular nodal re-entrant tachycardia.* Am Heart J., 125, 1-10.

Cheng CH, Sanders GD, Hlatky MA, Heridenreich P, Mc Donald KM, Lee BK, Larson MS, Owens DK (2000). *Cost effectiveness of radiofrequency ablation for supraventricular tachycardia.* Ann Intern Med, 133, 864-876.

- Clague JR, Dagues N, Kottkamp H, Breithardt G, Borggrefe M (2000).** *Targeting the slow pathway for atrioventricular nodal re-entrant tachycardia: initial results and long- term follow-up in 379 consecutive patients.* Eur Heart J, 22, 82-88.
- Denes P, Wu D, Dhingra RC, Chuquimia R, Rosen KM (1973).** *Demonstration of dual AV nodal pathways in patients with paroxysmal supraventricular tachycardia.* Circulation, 48, 549-55.
- Epstein LM, Chiesa N, Wong MN, Lee RJ, Griffin JC, Scheinmann MM, et al. (1994).** *Radiofrequency Catheter ablation in the treatment of supraventricular tachycardia in the elderly.* J Am Coll Cardiol, 23, 1356-1362.
- Goldreyer BN, Bigger JT jr. (1971).** *Site of reentry in paroxysmal supraventricular tachycardia in man.* Circulation, 43, 15-26.
- Haissaguerre M, Gaita F, Fischer B, Commenges D, Montserrat P, d'Ivernois C, Lemetayer P, Warin JF (1992).** *Elimination of atrioventricular nodal reentrant tachycardia using discrete slow potentials to guide application of radiofrequency energy.* Circulation, 85, 2162-75.
- Hindricks G. and the MERFS investigators (1993).** *The Multicentre European Radiofrequency catheter ablation of arrhythmias.* Eur Heart J., 14, 1644-53.
- Hindricks G and the MERFS investigators (1996).** *The Multicentre European Radiofrequency Survey (MERFS): Incidence of complete atrioventricular block following attempted radiofrequency catheter modification of the atrioventricular node in 880 patients.* Eur Heart J., 17, 82-8.
- Hohnloser S. H. (1996).** *Medikamentöse Dauerbehandlung supraventrikulärer Reentrytachykardien.* Der Internist 1/96, A 10477, 46- 66.
- Jackman WM, Beckman KJ, McClelland JH, Wang X, Friday KJ, Roman CA, Moulton KP, Twidale N, Hazlitt A, Prior M, Oren J, Overholt ED, Lazzara R (1992).** *Treatment of supraventricular tachycardia due to atrioventricular reentry by radiofrequency catheter ablation of slow-pathway conduction.* N Engl J Med., 327, 313-8.
- Inoue S, Becker AE (1998).** *Posterior Extensions of the Human Compact Atrioventricular Node.* Circulation, 97, 188-193.
-

- Jackman WM, Nakagawa H, Heidebüchel H, Beckman K, McClland J, Lazzara R (1995).** *Three forms of AV-nodal re-entrant tachycardia: differential diagnosis, electrophysiological characteristics and implications for anatomy of the re-entrant circuit.* In: Zipes DP, Jalife J, eds. *Cardiac electrophysiology - From cell to bedside-* Armonk NY: Futura, 620-37.
- Jazayeri MR, Hempe SL, Sra JS, Dhala A, Blanck Z, Deshpande SS, Avitall B, Krum DP, Gilbert CJ, Akthar M (1992).** *Selective transcatheter ablation of the fast and slow pathways using radiofrequency energy in patients with atrioventricular nodal re-entrant tachycardia.* *Circulation*, 85, 1318-28.
- Jentzer JH, Goyal R, Williamson BD, Man KC, Niebauer M, Daoud E, Strickberger A, Hummel JD, Morady F (1994).** *Analysis of junctional ectopy during radiofrequency ablation of the slow pathway in patients with atrioventricular nodal re-entrant tachycardia.* *Circulation.*, 90, 2820-26.
- Kalbfleisch SJ, el Atassi R, Calkins H, Laangberg JJ, Morady F (1993).** *Safety, feasibility and cost of outpatient radiofrequency catheter ablation of accessory atrioventricular connections.* *J Am Coll Cardiol*, 21, 567-570.
- Kalusche D, Ott P, Arentz T, Stockinger J, Betz P, Roskamm H (1998).** *AV nodal reentry tachycardia in elderly patients: clinical presentation and results of radiofrequency catheter ablation therapy.* *Coronary Artery Dis.*, 9, 359-363.
- Kathryn A. Wood, RN, PhD, Barbara J. Drew, RN, PhD et al. (1997).** *Frequency of disabling symptoms in supraventricular tachycardia.* *Am J Cardiol*, 79, 145-149.
- Kay GN, Epstein AE, Dailey SM, Plump VJ (1992).** *Selective radiofrequency ablation of the slow pathway for the treatment of atrioventricular nodal re-entrant tachycardia: evidence for involvement of perinodal myocardium within the reentry circuit.* *Circulation*, 85, 1675-88.
- Keim S, Werner P, Jazayeri M, Akthar M, Tchoi P (1992).** *Localization of the fast and the slow Pathways in atrioventricular nodal re-entrant tachycardia by intraoperative ice mapping.* *Circulation*, 85, 1675-88.
-

- Kevin F. Kwaku and Mark E. Josephson (2002).** *Typical AVNRT- An Update on Mechanisms and Therapy.* Cardiac Electrophysiology Review, 6 (419), 22-26.
- Kottkamp H, Hindricks G, Willems S, Chen X, Reinhardt L, Haverkamp W, Breithardt G, Borggrefe M (1995).** *An anatomically and electrogram guided approach for effective and safe catheter ablation of the fast pathway for elimination of atrioventricular nodal re-entrant tachycardia.* J Am Coll Cardiol., 25, 974-81.
- Li YG, Grönefeld G, Bender B, Machura C, Hohnloser SH (2001).** *Risk of development of delayed atrioventricular block after slow pathway modification in patients with atrioventricular nodal re-entrant tachycardia and a pre-existing prolonged PR interval.* Eur Heart J, 22, 89-95.
- Mc Guire MA, Lau K, Johnsen DC, Richards DA, Uther JB, Ross DL (1991).** *Patients with two types of atrioventricular nodal re-entrant tachycardia.* Circulation, 83, 1232-46.
- Mitrani R, Klein LS, Hackett K, Zipes D, Miles W (1993).** *Radiofrequency ablation for atrioventricular node re-entrant tachycardia: comparison between fast (anterior) and slow (posterior) pathway ablation.* J Amer Coll Cardiol., 21, 432-441
- Reddy CP, McAllister RF Jr. (1984).** *Effect of verapamil on retrograd conduction in atrioventricular nodal re-entrant tachycardia.* Amer J Cardiol, 54, 535-43.
- Scheinmann MM, Huang S (2000).** *The 1998 NASPE prospective catheter ablation registry.* Pacing Clin Electrophysiolol, 23, 1020-1028.
- Schmitt C, Miller JM, Josephson ME (1988).** *Atrioventricular nodal supraventricular tachycardia with 2:1 block above the bundle of His.* PACE, 11, 1018-23.
- Schwacke H., Brandt A., Rameken M., Vater M., Fischer F., Senges J., Seidl K (2002).** *Langzeitergebnisse nach AV-Knoten-Modulation bei 387 konsekutiven Patienten mit AV-Knoten-Reentry-Tachykardie.* Z Kardiol, Band 91, Heft 5, 390.
-

- Tai C, Chen S, Chiang CE et al. (1997).** *Complex electrophysiological characteristics in atrioventricular nodal reentrant tachycardia with continuous atrioventricular node function curves.* Circulation, 95, 2541-7.
- Vester E.G., Perings Ch, Hennersdorf M, Dobran I, St. Hillebrand, Ganschow U.S., Klein R. M., Strauer B. E. (1998).** *Katheterablative Verfahren bei supraventrikulären Tachykardien - Schlussbetrachtung,* Der Internist, 1/98, A 10477, 63, 1-42.
- Wathen M, Natale A, Wolfe K, Yee R, Newman D, Klein G (1992).** *An anatomically guided approach to atrioventricular node slow pathway ablation.* Am J Cardiol., 70, 886-9.
- Willems S, Cappato R, Weiß C, Rickers C, Meinertz T, Kuck K (1996).** *Predictors of success of slow pathway ablation in recurrent AV nodal reentrant tachycardia without reproducible inducibility.* J Am Coll Cardiol., 27(Suppl. A) 159 (abs.).
- Willems S., Shenasa H, Kottkamp H, Chen X , Hindricks G, Yli- Mayry S, Haverkamp W, Wichter T, Rotman B, Breithardt G, Borggrefe M (1996).** *Temperature-controlled slow pathway ablation for treatment of atrioventricular nodal re-entrant tachycardia using a combined anatomic and electrogram guided strategy.* Eur Heart J., 17, 1092-102.
- Willems S, Weiß C, Meinertz T.** *AV- Knoten- Reentrytachykardien.* 108-130. In: Gonska BD. Interventionelle Therapie von Herzrhythmusstörungen, Lehratlas zur klinischen Elektrophysiologie, Katheterablation und Elektrotherapie. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York 1999.
- Willems S, Rostock T, Shenasa M, Weiss C, Risius T, Ventura R, Hoffmann M, Meinertz T (2004).** *Sub-threshold stimulation in variants of atrioventricular nodal re-entrant tachycardia: electrophysiological effects and impact for guidance of slow pathway ablation.* Eur Heart J. Jul, 25 (14), 1249-56.
- Zado ES ,Callans DJ, Gottlieb CD, Kutalek SP, Wilbur SL, Samuels FL, Hessen SE, Movsowitz CM, Fontaine JM, Kimmel SE, Marchlinski FE (2000).** *Efficacy and safety of catheter ablation in octogenarians.* J Am Coll Cardiol, 35, 458-46.
-

6.2. Tabellen

Tabelle 1: Patientencharakteristika von Gruppe 1 und Gruppe 2.....	12
Tabelle 2: Patientencharakteristika vor der Behandlung	18
Tabelle 3: Elektrophysiologische Parameter der Gruppe 1 und 2 vor Katheterablation	19
Tabelle 4: Elektrophysiologische Daten der Gruppe 1 und 2 während Katheterablation	20
Tabelle 5: Elektrophysiologische Parameter der Gruppe 1 und 2 nach Katheterablation ...	21
Tabelle 6: Elektrophysiologische Daten der Gruppe 1	22
Tabelle 7: Elektrophysiologische Daten der Gruppe 2	24
Tabelle 8: AV-Blöcke höheren Grades der Gruppe 1 und 2 nach Katheterablation	26
Tabelle 9: Rezidiv nach Katheterablation	26

6.3. Abbildungen

Abbildung 1: Elektrophysiologische Parameter der Gruppe 1 vor und nach Katheterablation.....	23
Abbildung 2: Elektrophysiologische Parameter der Gruppe 2 vor und nach Katheterablation.....	25

Anhang

Danksagung

Hiermit möchte ich mich ganz herzlich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. med. S. Willems für die Überlassung des Themas meiner Dissertation bedanken. Seine freundliche Unterstützung hat mich in der Ausführung der Dissertation bestärkt.

Bei Herrn Dr. med. T. Rostock möchte ich mich für die geduldige Beratung und Anleitung bei der Gestaltung der Dissertation bedanken. Besonders seine fortwährende Betreuung in allen Phasen dieser Arbeit hat mich bei der Fertigstellung der Dissertation sehr unterstützt.

Besonders möchte ich mich bei meinen Eltern und meinem Freund Ralf Meinicke für die seelische Unterstützung während dieser Zeit und stete Motivation zur Fertigstellung der Dissertation bedanken.

Lebenslauf:

Name: Keitel
Vorname: Anna
Anschrift: Lutterothstrasse 51, 20255 Hamburg
Geburtsdatum: 03.10.1977
Geburtsort: Haan
Staatsangehörigkeit: deutsch
Eltern: Dr. med. Kurt Keitel, Internist
Ingeborg Keitel, Kunsthistorikerin

Schulbildung:

1984-1988 Katholische Grundschule Erkelenz
1988- 1997 Cusanus Gymnasium Erkelenz

Praktische Tätigkeit: Freiwilliges soziales Jahr,
Chirurgische Abteilung Hermann-Josef Krankenhaus,
Erkelenz

Studium:

Ab 1999: Medizinstudium an der Universität Hamburg
2002: Ärztliche Vorprüfung
2003-2005: 1. und 2. Staatsexamen
2005-2006: Praktisches Jahr
1. PJ Drittel: Abteilung für Kardiologie,
Universitätsklinikum Eppendorf
1. PJ Drittel: Abteilung für Infektiologie / Endokrinologie,
Universitätsklinikum Eppendorf
2. PJ Drittel: Abteilung für Gefäßchirurgie,
Prince Alfred Hospital, Sydney, Australia
Abteilung für Allgemein Chirurgie,
Prince Charles Hospital, Brisbane, Australia
3. PJ Drittel: Abteilung für Anästhesiologie,
Universitätsklinikum Eppendorf
2006: 3. Staatsexamen
Seit 09.2006: Assistenzärztin in der Inneren Abteilung,
Wilhelmsburger Krankenhaus Hamburg

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertationsarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe.
