

UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF

Aus der Klinik für Kardiologie mit Schwerpunkt Elektrophysiologie des
Universitären Herzzentrums Hamburg GmbH

Klinikdirektor: Prof. Dr. med. Stephan Willems

Effektivität und Sicherheit der Katheterablation bei Vorhofflimmern: Ergebnisse des prospektiven, multizentrischen Vorhofflimmerablationsregisters

Dissertation

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

vorgelegt von:

Marcelo Sebastian Walker
aus Hamburg

Hamburg 2012

Angenommen von der

Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 22.01.2013

Veröffentlicht mit Genehmigung der

Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

Prüfungsausschuss, der Vorsitzende: Prof. Dr. Stephan Willems

Prüfungsausschuss, zweiter Gutachter: PD Dr. Karsten Sydow

Meiner lieben Familie

Inhalt

1	Einleitung	7
1.1	Definition	8
1.2	Klassifikation	9
1.3	Klinische Symptomatik	11
1.4	Pathophysiologie	12
1.5	Prävalenz des Vorhofflimmerns	14
1.6	Prognose	15
1.7	Therapie	16
1.7.1	<i>Interventionelle Therapie</i>	16
1.8	Ziel der Arbeit	25
2	Patienten und Methoden	26
2.1	Datenerfassung	26
2.1.1	<i>Webbasiertes Datenbanksystem (Marvin®)</i>	26
2.1.2	<i>Biometrisches Modell</i>	27
2.1.3	<i>Definition der Komplikationen</i>	28
2.2	Patientenauswahl	28
2.2.1	<i>Einschlusskriterien</i>	28
2.2.2	<i>Ausschlusskriterien</i>	29
2.3	Methodik	29
2.3.1	<i>Basisuntersuchung, prozedurspezifische Daten und Follow-Up-Visiten</i>	29
2.4	Einschlussvisite	29
2.4.1	<i>Parameter der Basisdaten</i>	29
2.4.2	<i>Kardiale Anamnese</i>	30
2.4.3	<i>Begleiterkrankungen</i>	30
2.4.4	<i>Vorhofflimmeranamnese</i>	31
2.4.5	<i>Diagnostik</i>	31
2.5	Prozedurspezifische Daten	32
2.5.1	<i>Allgemeine Angaben zur Ablation, Symptomatik und Diagnostik</i>	32
2.5.2	<i>Basisdaten zur Ablationsprozedur</i>	32
2.5.3	<i>Ablationsstrategie</i>	33
2.6	Entlassung	34

2.7	Follow-Up-Visiten	34
2.7.1	Severe Adverse Event-Zentrum	35
2.8	Datenanalyse	36
3	Ergebnisse	37
3.1	Patientencharakteristika	37
3.1.1	Geschlechterverteilung und Alter der Patienten	37
3.1.2	Verteilung der Vorhofflimmertypen	38
3.1.3	Klinische Symptomatik der Patienten vor Ablation	39
3.1.1	Frühere Ablationen	45
3.1.2	Diagnostik vor der Ablation	46
3.2	Prozedurspezifische Daten	54
3.2.1	Werte der Blutgerinnung vor Katheterablation	54
3.2.2	Dreidimensionales Mapping	55
3.2.3	Pulmonalvenenangiographie	57
3.2.4	Ablationsstrategie	58
3.2.5	Energiequellen	61
3.2.6	Weitere Prozedurdaten	63
3.2.7	Hauptrhythmus bei Prozedurbeginn	63
3.2.8	Hauptrhythmus während der Ablation	64
3.2.9	Hauptrhythmus nach der Ablation	65
3.2.10	Akutkomplikationen nach Ablation während des stationären Aufenthaltes	66
3.2.11	Sonstige Komplikationen während des stationären Aufenthaltes nach Ablation	69
4	Diskussion	71
4.1	Patientencharakteristika	71
4.1.1	Geschlechterverteilung und Alter der Patienten	71
4.1.2	Verteilung der Vorhofflimmertypen	72
4.1.3	Klinische Symptomatik der Patienten vor Ablation	73
4.1.4	Frühere Ablationen	74
4.1.5	Diagnostik vor der Ablation	75
4.2	Prozedurspezifische Daten	77
4.2.1	Werte der Blutgerinnung vor Katheterablation	77
4.2.2	Dreidimensionales Mapping zur Rekonstruktion kardialer Strukturen	77
4.2.3	Angiographie der Pulmonalvenen versus Magnet- und Computertomographie	78

4.2.4	<i>Pulmonalvenenablation versus atriale Ablation</i>	78
4.2.5	<i>Ablationsenergiequelle</i>	79
4.2.6	<i>Komplexität der Ablation bei Männern im Vergleich zur Ablation bei Frauen</i>	80
4.2.7	<i>Hauptrhythmus bei Prozedurbeginn im Vergleich zum Hauptrhythmus während der Transthorakalen Echokardiographie</i>	80
4.2.8	<i>Hauptrhythmus während der Ablation im Vergleich zum Hauptrhythmus bei Prozedurbeginn</i>	81
4.2.9	<i>Akutkomplikationen</i>	81
4.2.10	<i>Rezidive und extrakardiale medikamentöse Nebenwirkungen als Komplikation nach Ablation</i>	87
4.3	<i>Limitationen der Studie</i>	88
5	Zusammenfassung	90
6	Anlage	92
6.1	Dokumentationsbögen	92
6.2	Abkürzungsverzeichnis	108
6.3	Verzeichnis der Abbildungen	113
6.4	Tabellenverzeichnis	115
7	Literaturverzeichnis	116
8	Danksagung	139
9	Lebenslauf	141
10	Eidesstattliche Erklärung	143

1 Einleitung

Vorhofflimmern (VHF) ist die häufigste anhaltende Herzrhythmusstörung (Rother und Crijns, 2010). Allein in Deutschland sind etwa 800 000 Patienten von dieser, mit dem Alter zunehmend häufigeren Erkrankung betroffen (Wieland et al., 2007, Hohler, 2005). In den USA wird aufgrund der Bevölkerungsentwicklung mit einer 2,5-fachen Zunahme des VHF bis zum Jahr 2050 gerechnet (Go et al., 2001). VHF geht mit einer signifikant erhöhten Morbidität und Mortalität einher. Mindestens ein Drittel aller Arrhythmie bedingten Krankenhauseinweisungen sind auf diese Rhythmusstörung zurückzuführen (Sanoski, 2010, Naccarelli et al., 2010). Das VHF hat somit eine immense sozioökonomische Relevanz (Sanoski, 2009). Es ist die häufigste kardiale Ursache ischämischer zerebrovaskulärer Insulte und verursacht viele weitere Komplikationen. Daher ist eine effiziente und möglichst nebenwirkungsarme Therapiestrategie notwendig (Krahn et al., 1995, Wolf et al., 1987). Diesen Kriterien halten weder die konventionelle medikamentöse Therapie noch die herkömmlichen interventionellen beziehungsweise invasiven Behandlungsformen ausreichend stand. Da hier auch in den nächsten Jahren nicht mit wesentlichen Fortschritten zu rechnen ist, besteht ein dringender Bedarf einer effektiveren Therapie.

Haïssaguerre et al. hat 1998 bei seinen wegbereitenden Untersuchungen die Pulmonalvenen (PV) als wesentlichen Ursprungsort von paroxysmalem und persistierendem VHF identifiziert (Haïssaguerre et al., 1998). Zur Elimination dieser sogenannten „fokalen Trigger“ hat sich in den letzten Jahren die kathetergestützte minimal-invasive elektrische Diskonnektion der Pulmonalvenen zunehmend etabliert. Aufgrund der ermutigenden Ergebnisse, hat die elektrophysiologisch geführte Katheterablation als kurativer Ansatz in den letzten Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen.

Es gibt eine Vielzahl von unterschiedlichen Techniken der Pulmonalvenenisolation, z.B. segmental ostial, linear, zirkumferenziell, etc., mit unzureichenden Daten bezüglich Langzeiteffektivität, Sicherheit und Komplikationen.

1.1 Definition

VHF beruht auf einer heterotopen Erregungsbildungsstörung mit 350 bis 600 ungeordneten, hochfrequenten Vorhofaktionen pro Minute ohne hämodynamisch wirksame Vorhofkontraktionen. Dies führt bei unregelmäßiger AV-Überleitung zur pathognomonischen absoluten Arrhythmie der Kammeraktionen. Bei Tachyarrhythmie imponiert sie mit einer Frequenz von über 100 /Min. Häufig liegen Kammerfrequenzen von 130 bis 150 Schlägen pro Minute vor. Kammerfrequenzen ≤ 60 pro Minute werden als Bradyarrhythmie bezeichnet. Im Elektrokardiogramm (EKG) fehlen die typischen P-Wellen vor den QRS-Komplexen, so dass beim VHF charakteristischerweise die isoelektrische Linie durch Flimmerwellen, so genannten Oszillationen, ersetzt ist (Abb. 1). Sie haben eine ständig wechselnde Größe, Morphologie und Frequenz. Für die Überleitung der unkoordinierten Erregungen auf die Kammern sind letztlich die Leitungseigenschaften des Atrioventrikular-(AV)-Knoten entscheidend, die zur jeweiligen Kammerfrequenz führen (Rankin und Workman, 1999). Diese werden außerdem vom vagalen und sympathischen Tonus sowie von eventuell verabreichten Medikamenten mit Wirkung auf den AV-Knoten beeinflusst (Nedostup et al., 2004).

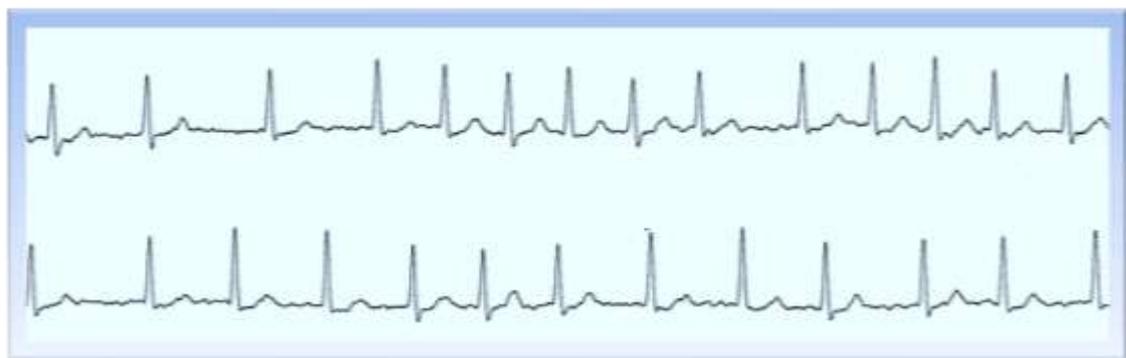


Abb. 1: 1-Kanal-Elektrokardiogramm mit Vorhofflimmern. Statt P-Wellen finden sich typischerweise Flimmerwellen.

1.2 Klassifikation

In der Literatur sind unterschiedliche Klassifikationen bezüglich der VHF-Dauer zu finden. Die neuesten Leitlinien der European Society of Cardiology (ESC) 2010 unterscheiden erstmalig diagnostiziertes VHF von paroxysmalem, persistierendem, langanhaltend persistierendem und permanentem VHF (Camm et al., 2010). Im Vergleich zu den Guidelines 2006 des American College of Cardiology (ACC), der American Heart Association (AHA) und der ESC (Fuster et al. 2006), ist die Bezeichnung des langanhaltend-persistierenden VHF neu hinzugekommen (Abb. 2). Erstmalig diagnostiziertes VHF liegt immer dann vor, wenn das VHF zum ersten Mal festgestellt worden ist. Hierbei sind die Dauer des VHF und die eventuelle Begleitsymptomatik nicht relevant. Paroxysmales VHF (PAF) ist durch spontane Terminierung bei Episoden, die weniger als sieben Tage andauern, charakterisiert. Meistens dauert PAF weniger als 48 Stunden. Persistierendes VHF liegt vor, wenn es entweder länger als sieben Tage anhält oder eine pharmakologische oder elektrische Kardioversion in den Sinusrhythmus notwendig ist. Bei langanhaltend persistierendem VHF besteht das VHF länger als ein Jahr. Die Konversion in den Sinusrhythmus wird bei diesem VHF-Typ jedoch noch an-

gestrebt. Von permanentem VHF spricht man, wenn eine Konversion in den Sinusrhythmus nicht geplant ist.

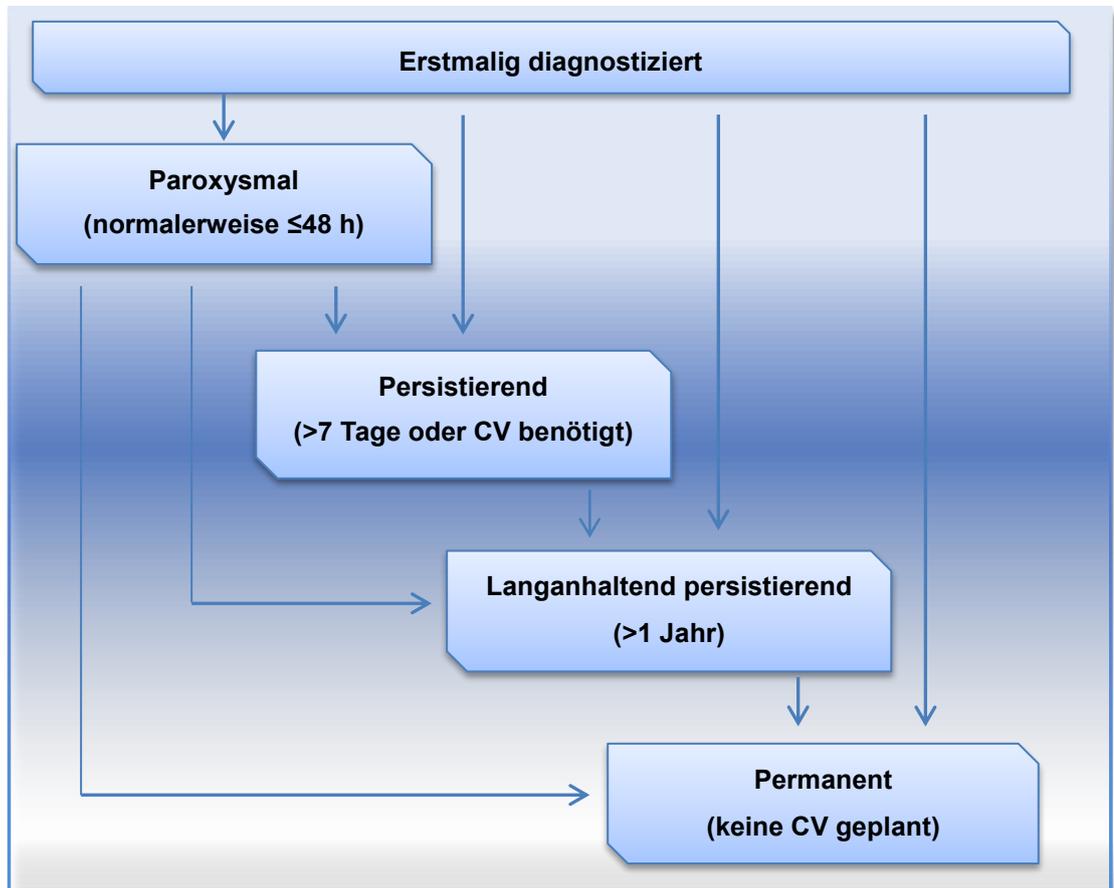


Abb. 2: Die Klassifikation des Vorhofflimmerns, modifiziert nach den ESC-Guidelines 2010 (Camm et al., 2010). Vorhofflimmern tendiert dazu, im Laufe der Zeit vom PAF über das persistierende VHF und dem langanhaltend-persistierenden VHF zum permanenten VHF fortzuschreiten.

Meistens neigt VHF dazu, von kurzen und seltenen, zu häufigeren und länger anhaltenden Episoden überzugehen (Camm et al., 2010) (Abb. 2). Aufgrund des in den letzten Jahren hinzugekommenen Wissens über Pathophysiologie, klinischer Manifestation und Therapie des VHF, werden neue Klassifika-

tionen diskutiert. Es wird vorgeschlagen, dass eine zukünftige Einteilung das Schlaganfallrisiko, die klinische Symptomatik und den Grad der Substratbeeinträchtigung kombinieren soll (Lubitz et al., 2010).

1.3 Klinische Symptomatik

Die klinische Präsentation des VHF variiert von vollständiger Beschwerdefreiheit bis hin zur kardialen Dekompensation (MacRae, 2009). Für einen Großteil der Patienten bedeutet VHF eine Einschränkung der Lebensqualität (Abb. 3) (Bubien et al., 1996). Das klinische Bild des VHF wird durch unterschiedliche Faktoren bestimmt. Hierbei sind vor allem die Herzfrequenz und die Schlagkraft des Herzens von entscheidender Relevanz. Vor allem der zugrundeliegende VHF-Typ beeinflusst das klinische Bild. Bei häufigem Wechsel des Grundrhythmus ist die Symptomatik typischerweise besonders auffällig. In 25-30% der Fälle wird das VHF bei einer Routineuntersuchung festgestellt, ohne dass die Patienten vorher Beschwerden angegeben haben (MacRae, 2009, Smeets, 2005). Bei dem mehrheitlichen Rest dominieren Palpitationen, das subjektive Gefühl des Herzstolperns. Diese resultieren aus dem unterschiedlichen Schlagvolumen. Tachykardes VHF kann vom Patienten als Herzrasen wahrgenommen werden. Weitere Symptome basieren auf dem Abfall des Herzzeitvolumens (HZV). Eine zugrundeliegende Herzerkrankung und eine eingeschränkte linksventrikuläre (LV) Funktion können die Symptomatik verstärken. Es resultiert häufig eine eingeschränkte körperliche Belastbarkeit und Atemnot. Weitere Symptome sind Müdigkeit bzw. allgemeine körperliche Schwäche, Schlafstörungen und vegetative Symptome wie Schweißausbruch, Zittern und Nausea bis hin zur Emesis. Außerdem können Angina pectoris, kognitive Einschränkungen bei alten Patienten und Unruhegefühl auftreten. Patienten mit PAF klagen signifikant häufiger über Schwindel und Synkopen als Patienten mit permanentem VHF (Schuchert und

Meinertz, 1999). Ungefähr 70% der VHF-Episoden bleiben asymptomatisch (Page et al., 1994).

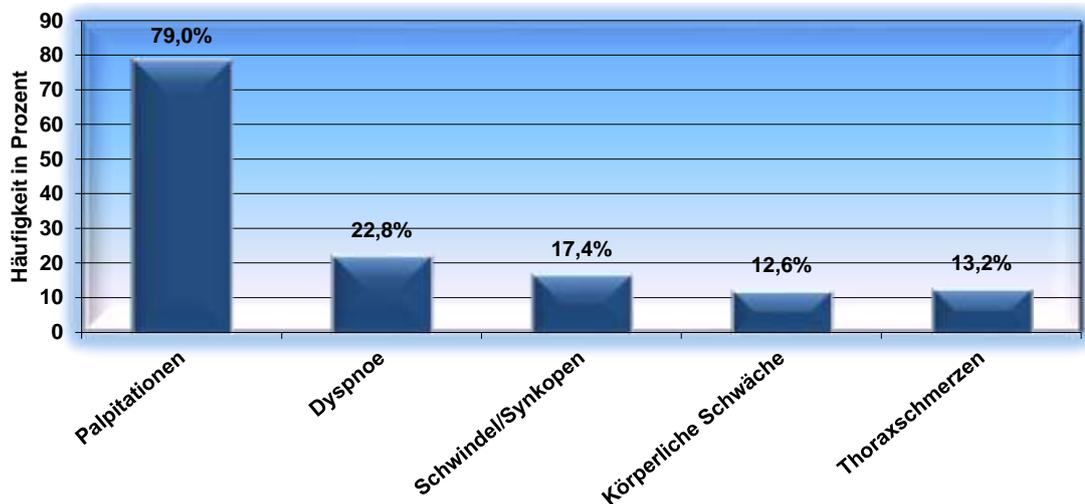


Abb. 3: Einschränkung der Lebensqualität durch das Vorhofflimmern. Prozentuale Verteilung der häufigsten klinischen Symptome bei paroxysmalem Vorhofflimmern, modifiziert nach Levy et al. (Levy et al., 1999).

1.4 Pathophysiologie

Bei der Pathogenese muss zwischen der Initiierung und der Aufrechterhaltung von VHF unterschieden werden. Für die Initiierung ist vor allem ein Triggermechanismus durch ektope Foki verantwortlich (Lim et al., 2011). Hier besteht ein gesteigerter Automatismus an einer oder an mehreren sich schnell depolarisierenden Stellen. Häufig werden Extrasystolen, die in eine vulnerable Phase einfallen, in der Teile des Vorhofs noch refraktär sind, als dominierende Auslöser angenommen (Chong et al., 2006). Diese Extrasystolen können von verschiedenen links- und rechtsatrialen Regionen ausgehen. Größtenteils haben die fokalen Trigger ihren Ursprung in myokardialen Fa-

serbündeln, die in die Pulmonalvenen einstrahlen (Haissaguerre et al., 1998, Saito et al., 2000).

1959 propagierten Moe und Abildskov das Konzept des „multiple wavelet reentry“, das die Aufrechterhaltung des VHF erklärt (Moe und Abildskov, 1959). Später wurde diese Theorie experimentell durch Alessie et al. bestätigt (Alessie et al., 1972, Bonke et al., 1975, Lammers und Alessie, 1993). Hiernach durchläuft die elektrische atriale Aktivität den Vorhof in multiplen, unabhängigen Erregungswellen, die bei Inhomogenität der Leitfähigkeit des Vorhofes nach einem Reentry-Muster, in meist drei bis fünf Kreisen teilweise wieder zurückkehren. Man spricht auch von „Mikro-Reentry-Mechanismen“. Einmal initiiert, ändern diese Erregungskreise ständig Größe, Konfiguration und Lokalisation. Sie sind abhängig von den aktuellen lokalen Refraktär- und Leitungseigenschaften des Vorhofmyokards. Hier liegt ein Circulus vitiosus vor, welcher die allgemein akzeptierte These von Wijffels et al., dass Vorhofflimmern wiederum Vorhofflimmern erzeugt ("atrial fibrillation begets atrial fibrillation") widerspiegelt (Wijffels et al., 1995, Rostock et al., 2008). In diesen Zusammenhang gehört der Begriff des „atrial remodelling“, wonach das VHF selbst zu strukturellen Anpassungsvorgängen (sogenanntes „Substrat“) durch atriale Dilatation führt (Chao et al., 2011, Qian et al., 2010). Dieses Substrat erhält seinerseits das VHF aufrecht. Umgekehrt belegen Studien, dass die dauerhafte Wiederherstellung des Sinusrhythmus das „Atrial Remodelling“ wieder zurückbildet (Lavalle et al., 2010, Santarpino et al., 2011). Die Framingham-Studie belegte unter anderem, dass die Größe des linken Vorhofes ein unabhängiger Risikofaktor für die Entstehung von VHF ist (Schnabel et al., 2009). Hier bleibt die unzureichend geklärte Frage der komplexen gegenseitigen Beeinflussung von Vorhofgröße und VHF, die als „chicken or the egg hypothesis“ bezeichnet wird (Thamilarasan und Klein, 1999).

1.5 Prävalenz des Vorhofflimmerns

VHF ist die klinisch relevanteste Herzrhythmusstörung. In Deutschland liegt die Prävalenz bei ca. 1% in der Gesamtbevölkerung. Das Kompetenznetz Vorhofflimmern gibt eine Zahl von rund einer Million betroffener Bundesbürger an. Aufgrund der demographischen Veränderungen, wird ein Anstieg des Patientenkollektivs auf 2,5 Millionen in 40 Jahren vermutet (Kompetenznetz, 2006). Mit dem Alter und hinzukommenden Komorbiditäten steigt die Häufigkeit von VHF exponentiell an (Feinberg et al., 1995). Während bei den unter 60-jährigen die Prävalenz bei 0,5% liegt, so ist sie in der Framingham-Studie bei den über 80-jährigen schon bei 8,8% beziffert (Abb. 4) (Wolf et al., 1991).

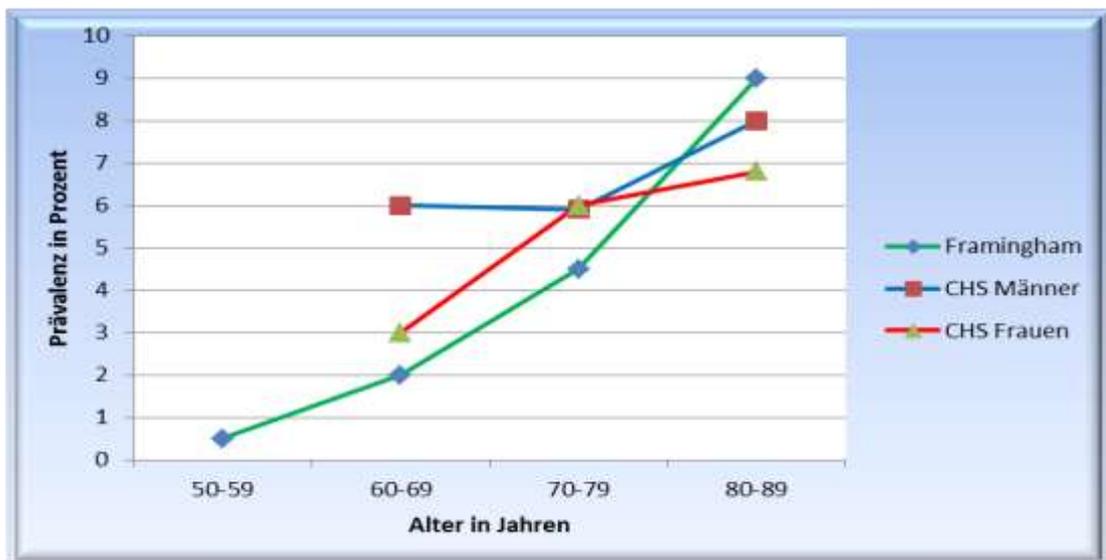


Abb. 4: Prävalenz des Vorhofflimmerns in zwei amerikanischen epidemiologischen Studien (modifiziert nach der American Heart Association (Fuster et al. 2006)). Framingham steht für die Framingham Heart Study (Wolf et al. 1991); CHS (Cardiovascular Health Study) (Furberg et al. 1994).

Das Vorkommen von VHF variiert deutlich in der Bevölkerung. Daher können Angaben zur Prävalenz für spezifische Bevölkerungsgruppen aussagekräftig-

ger sein. So liegt beispielsweise die Prävalenz bei Patienten mit akutem Myokardinfarkt bei 9-10% (Eldar et al., 1998). Bei Patienten mit fortgeschrittener Herzinsuffizienz findet sich eine Prävalenz von 20-24% (Stevenson et al., 1996).

1.6 Prognose

Die Prognose bei Patienten mit VHF wird hauptsächlich durch thrombembolische Komplikationen und assoziierten kardiovaskulären Begleiterkrankungen bestimmt. Patienten mit VHF haben doppelt so häufig koronare Ereignisse wie Patienten mit Sinusrhythmus (Kannel et al., 1983). Außerdem trägt das häufig höhere Lebensalter von VHF-Patienten zur erhöhten Mortalität bei. Die jährliche Rate ischämischer zerebrovaskulärer Insulte liegt bei Patienten mit nichtrheumatischem VHF bei 5%. Somit ist das Risiko eines Schlaganfalls bei VHF verfünffacht, was in zahlreichen Studien bewiesen werden konnte (Benjamin et al., 1994, Mattioli et al., 1998, Wolf et al., 1991). Die Framingham-Heart-Study zeigte eine weitere Verdopplung des Schlaganfallrisikos bei Männern und eine Verdreifachung des Risikos bei Frauen, wenn sie außerdem an einer koronaren Herzerkrankung (KHK) oder einer Herzinsuffizienz litten (Wolf et al., 1991). Patienten unter 60-65 Jahren ohne sonstige Risikofaktoren und normalen echokardiographischen Befunden haben ein niedriges Schlaganfallrisiko von 1% pro Jahr. Diese Studie wies zudem auf eine doppelte Mortalität bei langanhaltend persistierendem und permanentem VHF hin. Bei zusätzlichem Vorliegen einer KHK war die Mortalität dreifach erhöht. Die Prognose konnte in den letzten Jahren durch die optimierte Therapie deutlich verbessert werden. Bei adäquater Behandlung kann vor allem das Risiko ischämischer zerebrovaskulärer Insulte zu 70-80% reduziert werden (Hart, 1994, Emre et al., 2007, Halperin, 2005).

1.7 Therapie

Für die Therapie des VHF gibt es heutzutage vielfältige Behandlungsoptionen. Die Therapie der Wahl ist individuell unterschiedlich (Ravens, 2010, Shah et al., 2010, Meshil und Bhakta, 2010, Xue und Wang, 2010). Sie ist vor allem abhängig von der Art des VHF, der klinischen Symptomatik, der kardialen Grunderkrankung sowie eventuellen Begleiterkrankungen. Bei dem Vorliegen einer VHF verursachenden Grundkrankheit, sollte diese primär behandelt werden (Miyazaki et al., 2011). Beispielsweise kann es sich hierbei um eine KHK, ein Mitralklappenvitium oder einer Hyperthyreose handeln. Hauptziel bei der Therapie muss die Prävention thrombembolischer Ereignisse und die Kontrolle arrhythmiebedingter Auswirkungen sein (Patel et al., 2011). Bei der pharmakologischen VHF-Therapie wird die Rhythmuskontrolle von der Frequenzkontrolle unterschieden (Kirchhof et al., 2012, Ionescu-Iltu et al., 2012). Daneben gibt es diverse interventionelle Verfahren. Dazu zählt die aufwändige MAZE-Operation am offenen Herzen (Wu et al., 2010, Kobayashi et al., 2010). Später sind kathetergestützte Prozeduren, wie die AV-Knoten-Ablation in Verbindung mit einer Schrittmacher-(SM)-Implantation und die so genannte Hybridtherapie hinzugekommen (Ernst et al., 2002, Machino et al., 2010). Die katheterinterventionelle Ablation hat einen festen Bestandteil in der kurativen Behandlung von VHF (Bunch et al., 2011, Peichl et al., 2011, Tanner et al., 2011, Verma et al., 2011).

1.7.1 Interventionelle Therapie

Die pharmakologische Beeinflussung der AV-Überleitung zur Frequenzkontrolle bei VHF ist bei vielen Patienten vielmals insuffizient, so dass klinische Beschwerden mit kardialen Funktionseinschränkungen persistieren (Bellandi et al., 1996, Platia et al., 1989, Van Gelder et al., 2002, Wyse et al., 2002).

Bis zu Beginn der spezifischen Ablation von VHF auslösenden Foki (Haissaguerre et al., 1998), limitierte sich die interventionelle VHF-Therapie hauptsächlich auf die AV-Knoten-Ablation mit vorhergehender oder nachfolgender Schrittmacher-(SM)-Implantation (Cox et al., 1991, Defauw et al., 1992, Williamson et al., 1994, Ozcan et al., 2001). Zudem ist in speziellen Fällen die Kombination aus pharmakologischer Therapie und rechtsatrialer Isthmustherapie (Hybridtherapie) möglich.

1.7.1.1 AV-Knoten-Modulation

Bei der AV-Knoten-Modulation bleibt die AV-nodale Überleitung erhalten und es wird versucht, eine ventrikuläre Frequenzkontrolle zu erreichen. Bei dieser Methode ist einerseits die Erfolgsrate deutlich geringer als bei der AV-Knoten-Ablation (Twidale et al., 1998), andererseits ist aber die SM-Implantation bei erfolgreichem Eingriff nicht notwendig.

1.7.1.2 AV-Knoten-Ablation und Schrittmacher-Implantation

Bei der AV-Knoten-Ablation wird kathetergestützt ein höhergradiger bis kompletter AV-Block erzielt und zur Frequenzkontrolle ein Pacer implantiert. „The Ablate and Pace Trial“ zeigte eine nahezu 100%-ige Erfolgsrate bei einer Komplikationsrate von 4,5% und hoher Patientenakzeptanz (Kay et al., 1998). Bei einem Großteil der Patienten wurde unter anderem eine nennenswerte Verbesserung der subjektiven Leistungsfähigkeit und Lebensqualität erwirkt (Schuchert und Meinertz, 1999). Beide Verfahren lindern die klinische Symptomatik, beeinflussen aber nicht ursächlich die Arrhythmie und die damit verbundenen Komplikationen. Sie sind daher nur als palliativ, nicht als kurativ anzusehen (Aliot et al., 2002).

1.7.1.3 Hybridtherapie (Rezidivprophylaxe und rechtsatriale Isthmusblockade)

Patienten, die unter einer medikamentösen antiarrhythmischen Therapie vom VHF in das Vorhofflattern (VHFla) konvertieren, können alternativ von der „pharmakologischen und ablativen Hybridtherapie“ profitieren (Bielik et al., 2005). Möglich ist diese semikurative Therapieoption allerdings nur, wenn es sich bei dem VHFla um ein rechtsatriales Makroreentry handelt, bei dem der cavo-trikuspide Isthmus inkludiert ist (Chakravarty und Chatterjee, 2012). Bei dieser transvenösen Katheterablation von VHFla erfolgt eine bidirektionale Leitungsblockierung im cavo-trikuspidalen Isthmus, wodurch Isthmus-abhängiges VHFla verhindert wird. Postinterventionell wird die antiarrhythmische Medikation fortgesetzt. Diese Methode hat eine akute Erfolgsrate von 34-93% (Huang et al., 1998, Nabar et al., 1999, Nabar et al., 2001, Reithmann et al., 2000, Schumacher et al., 1999, Stabile et al., 2001, Tai et al., 1999). Ein Vorhofflimmerrezidiv ist häufig. Die Anzahl der Rezidive und deren Dauer reduziert sich jedoch signifikant (Chakravarty und Chatterjee, 2012).

1.7.1.4 Katheterablation bei Vorhofflimmern

Die Ablationsstrategie richtet sich individuell nach der Art des zugrundeliegenden VHF. Auf der einen Seite werden, durch die von Haïssaguerre proklamierte Pulmonalvenendiskonnektion, fokale Trigger des VHF elektrisch isoliert, so dass diese kein VHF mehr verursachen können (Haïssaguerre et al., 1998). Auf der anderen Seite wird bei der Substratmodifikation eine lineare Ablation des linken Vorhofes im Bereich der Pulmonalvenenmündung durchgeführt (Willems et al., 2006). Ein neuer Ansatz ist die Kombination einer atrialen Defragmentierungsablation mit den oben genannten etablierten Methoden (Roten et al., 2012). Die aktuell am häufigsten verwendete Ener-

giequelle zur Durchführung der Ablation ist der Hochfrequenzstrom. Alternativ verwendbare Energien sind vor allem die Kryo-, Ultraschall-, Mikrowellen- und Laserenergie (Nath und Haines, 1995). Ihre Nutzung beschränkt sich bislang überwiegend auf spezielle und experimentelle Anwendungen.

1.7.1.4.1 Katheterablation bei paroxysmalem Vorhofflimmern

Das Ziel der Ablation bei PAF ist die vollständige Pulmonalvenenisolation (PVI) (Willems et al., 2010, Tzou et al., 2010, Calkins et al., 2007). Unterschieden werden die rechte obere (RSPV), rechte untere (RIPV), linke obere (LSPV) und linke untere (LISPV) PV voneinander. Die PVI erfolgt segmental ostial, segmental antral oder zirkumferentiell (siehe Abb. 5) (Feld und Sawhney, 2009, Cappato et al., 2010). Die segmental antrale Ablation scheint mit einer höheren Erfolgsrate und weniger PV-Stenosierungen assoziiert zu sein (Arentz et al., 2007). Es gibt zudem Anzeichen dafür, dass im Gegensatz zur zirkumferentiellen PVI bei der antralen Ablation ein geringeres Risiko des Auftretens von atypischem VHF1a besteht (Feld und Sawhney, 2009). Nach einem Jahr befinden sich in bisherigen Studien, 60-85% der Patienten nach der ersten Ablation noch im Sinusrhythmus (Tzou et al., 2010, Willems et al., 2010, Lin et al., 2009, Della Bella et al., 2005). Ouyang et al. untersuchten in ihrer Studie 161 Patienten mit Katheterablation bei PAF über einen Zeitraum von durchschnittlich 4,6 Jahren. Sie zeigten, dass es möglich ist, durch eine spätere zweite oder dritte Ablation bei VHF-Rezidiv, einen dauerhaften Erhalt des Sinusrhythmus bei bis zu 80% dieser Patienten zu erzielen (Ouyang et al., 2005).

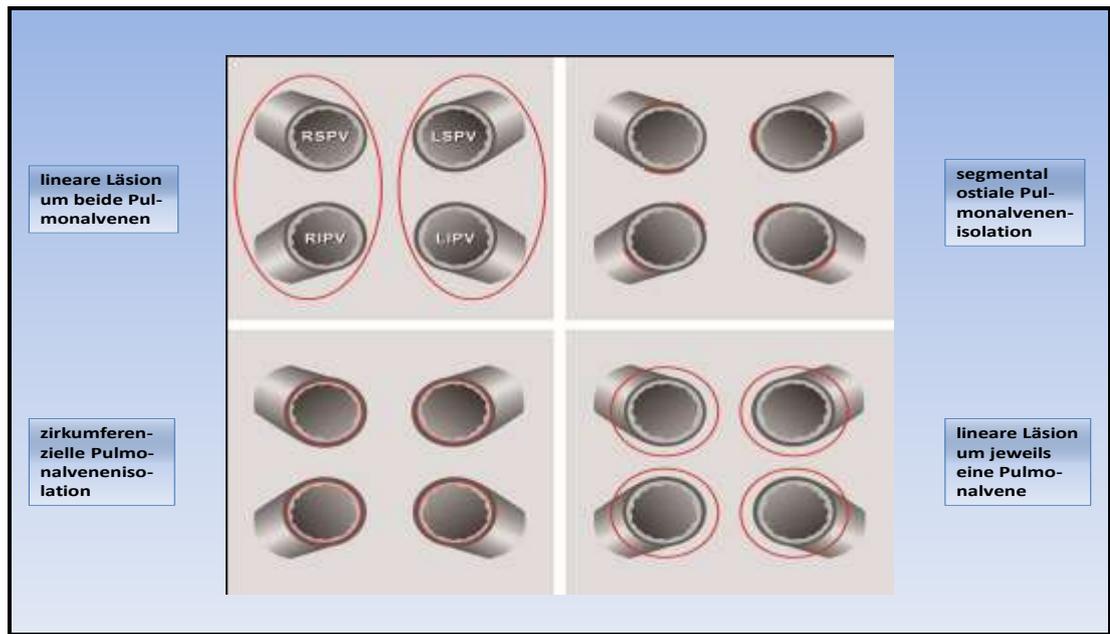


Abb. 5: Graphische Darstellung der unterschiedlichen Techniken der Pulmonalvenenisolation.

1.7.1.4.2 Katheterablation bei langanhaltend persistierendem/permanentem Vorhofflimmern

Aufgrund des „atrialen remodelling“ mit den konsekutiven strukturellen Vorhoffveränderungen mit atrialer Dilatation und Modifizierung des Myokards, werden die elektrophysiologischen Eigenschaften des Herzens verändert (Wijffels et al., 1995). Eine Katheterablation bei langanhaltend persistierendem/permanentem VHF ist komplexer, da hier die Genese multifaktorieller als beim PAF ist. Eine alleinige PVI reicht meistens nicht mehr aus (Willems et al., 2010). Bei der Substratmodifikation des linken Atriums werden analog der „MAZE-Prozedur“, durch die Anlage linearer Läsionen, die Vorhöfe kompartimentiert (Aidietis et al., 2004, Cox und Ad, 2000, Ernst et al., 2000). Die Basis einer erfolgreichen Substratmodifikation sind lückenfreie Läsionen. Andernfalls können sowohl das VHF als auch konsekutive atriale Reent-

rytachykardien entstehen (Sawhney et al., 2010, Zheng et al., 2009, Jais et al., 2004).

Die sogenannte „Roof-Line“, auch „Dach-Linie“ genannt, wird zwischen der RSPV und der LSPV angelegt. Bei dem „LA-Isthmus“, auch als „Mitral-Isthmus-Gauche“ (MIG-Line) bezeichnet, wird die lineare Läsion zwischen der LIPV und dem Mitralklappenannulus gelegt. Die „LAA-Ridge“ ist die anatomische Verbindungsleiste zwischen dem linken Vorhofohr (LAA) und der LSPV. Der „RA-Isthmus“, auch „cavotrikuspidaler Isthmus“ (CTI) genannt, ist die lineare Läsion zwischen Trikuspidalklappenannulus und unterer Hohlvene (VCI) (Koektuerk et al., 2011).

O'Neill et al. haben 2006 eine neue und effizientere, multimodale, schrittweise Ablationsstrategie („stepwise-approach“) entwickelt (Willems et al., 2010, O'Neill et al., 2006, Rostock et al., 2008). Sie integriert anatomische und elektrophysiologische Informationen und erreicht hierdurch eine höhere Erfolgsrate. Die Tatsache, dass bei der Ablation von langanhaltend persistierendem/permanentem VHF häufig eine biatriale Ablation notwendig ist suggeriert, dass diese Arrhythmie auch biatrialer Genese sein kann (Rostock et al., 2008). Hierbei wird nach der PVI in einem zweiten Schritt eine gezielte atriale Defragmentierungsablation, sogenannter komplexer fraktionierter atrialer Elektrogramme (CFAE) durchgeführt (Haissaguerre et al., 2005, Haissaguerre et al., 2005, Nademanee et al., 2004). CFAE's sind spezielle Areale, die besonders für die Aufrechterhaltung von langanhaltend persistierendem/permanentem VHF verantwortlich gemacht werden (Verma et al., 2011, Makati et al., 2008). CFAE's zeichnen sich durch eine Fraktionierung mit kurzer Zykluslänge (<120 ms) aus. Sie haben teilweise eine ständige, lokale Aktivität. CFAE's werden im Bereich des linken atrialen Dachs, im gesamten linken Vorhof, am Mitral-Isthmus, im Koronarvenensinus sowie im rechten Vorhof lokalisiert und hiernach ablatiert (Verma et al., 2011). Der

Erfolg der Ablation lässt sich typischerweise anhand eines Inkrements der VHF-Zykluslänge (AFCL) beurteilen, bevor das VHF terminiert (Rostock et al., 2006). Bei der Terminierung des VHF in eine atriale Tachykardie wird diese hiernach in einem dritten Schritt konventionell durch Anlage linearer Läsionen am Dach und am Isthmus des linken Vorhofes ablatiert (O'Neill et al., 2006). Mit diesem „stepwise approach“ kann in 38-62% der Fälle das VHF beendet werden (Brooks et al., 2010). Entgegen ursprünglicher Befürchtungen, führt diese Strategie nicht zu einer Verschlechterung der Vorhoffunktion. Bei deutlich eingeschränkter Funktion vor dem Eingriff, zeigte sich empirisch, trotz extensiver Ablation, eine deutliche Verbesserung der Vorhoffunktion (Takahashi et al., 2007).

1.7.1.4.3 Komplikationen der Katheterablation bei Vorhofflimmern

Bei den Komplikationen der Katheterablation bei VHF können leichtgradige von schwergradigen Komplikationen unterschieden werden. Zu einer der häufigsten leichtgradigen Komplikation gehört der Perikarderguss. Dieser verläuft meistens mild und asymptomatisch, so dass normalerweise kein verlängerter Krankenhausaufenthalt notwendig ist (Chierchia et al., 2010). Unabhängige Prädiktoren für Komplikationen, vor allem für das Auftreten des Perikardergusses, sind langandauernde Interventionen, eine KHK und die arterielle Hypertonie (Chierchia et al., 2010). Fortgeschrittenes Alter und eine kongestive Herzinsuffizienz scheinen außerdem die Komplikationsrate zu erhöhen (Dagres et al., 2009). Blutungskomplikationen wie Hämatome treten, einer aktuellen Studie zufolge, bei Frauen signifikant häufiger auf als bei Männern (Frauen: 2,1%, Männer: 0,9%) (Patel et al., 2010).

Die häufigsten schweren Komplikationen sind die Perikardtampnade und zerebrovaskuläre Ereignisse (apoplektischer Insult, prolongiertes reversibles

ischämisch neurologisches Defizit (PRIND), transitorisch ischämische Attacke (TIA), zerebrale Ischämie und intrazerebrale Blutungen (ICB)).

Interventionsbedürftige Pulmonalvenenstenosen sind durch die Verbesserung der Ablationstechniken in den letzten Jahren deutlich seltener geworden (Verma und Natale, 2005). Vor allem die in den letzten Jahren mehr proximal durchgeführte Ablation, könnte das Auftreten dieser Komplikation reduziert haben (Dill et al., 2003, Tsao und Chen, 2002).

Die sehr seltene, aber gravierendste und häufig tödlich endende Komplikation ist die atrioösophageale Fistel, eine Verbindung zwischen linksatrialer Hinterwand und anteriorer Wand des Ösophagus (Pappone und Santinelli, 2005).

Eine italienische, multizentrische Studie von Bertaglia et al. gibt eine Komplikationsrate von leicht- und schwergradigen Komplikationen von insgesamt 3,9% bei 1011 prospektiv untersuchten Patienten an (Bertaglia et al., 2007). Cappato et al. berichteten 2005 in ihrer weltweiten, retrospektiven Umfrage mit 8745 Patienten über 6% schwerer Komplikationen zwischen 1995 und 2002. Auch hier war die häufigste schwergradige Komplikation die Perikardtamponade (1,22%), gefolgt von der TIA (0,66%). Ein Apoplex trat in 0,28% der Fälle auf, periprozeduraler Tod in 0,05% (Cappato et al., 2005). 2010 wurde von Cappato et al. eine erneute gleichartige Studie mit 16309 Vorhofflimmerpatienten in einem Beobachtungszeitraum von 2003 bis 2006 veröffentlicht (Cappato et al., 2010). Über schwergradige Komplikationen wurden diesmal bei 741 Patienten (4.5%) berichtet. Die Perikardtamponade trat in 1,31% und eine TIA in 0,71% der Fälle auf. 0,23% der Patienten erlitten einen Apoplex und 0,15% verstarben. Spragg et al. berechneten in einer amerikanischen retrospektiven, monozentrischen Studie eine Rate von 5% schwergradigen Komplikationen, bei 641 durchgeführten Ablationen an 517 Patienten. 2008 zeigten sich beim jährlichen spanischen retrospektiven und prospektiven Katheterablationsregister, bei 829 VHF-Ablationen 32 (3,8%)

schwergradige Komplikationen (Macias Gallego et al., 2009). In der 2009 von Dagres et al. veröffentlichten Studie über die Komplikationen von 1000 Ablationen bei VHF sind 39, also 3,9%, schwergradige Komplikationen dokumentiert. Es wird betont, dass es hiermit immer noch eine nennenswerte Anzahl schwerer, zum Teil lebensbedrohlicher Komplikationen gibt. Die meisten von ihnen können indessen konservativ mit restitutio ad integrum behandelt werden (Dagres et al., 2009). Die Katheterablation bei VHF hat in den letzten Jahren rasante Fortschritte gemacht. So ist auch für die nächsten Jahre eine Optimierung der Ablationstechniken zu erwarten. Es ist damit zu rechnen, dass durch die kontinuierliche technische Weiterentwicklung mit Verbesserung der Präzision, beispielsweise mittels robotergestützter Navigation, Rezidive und Komplikationen in Zukunft weiter reduziert werden (Wazni et al., 2009). Der Einsatz hinzukommender Ablationstechniken kann möglicherweise das Ergebnis weiter verbessern. Auch hinsichtlich der verwendeten Ablationsenergie sind Veränderungen für die Zukunft denkbar. Möglicherweise könnte die Anwendung der Kryoenergie zu weniger Komplikationen führen (Klein et al., 2008, Kuhne et al., 2010).

1.8 Ziel der Arbeit

Die adäquate Therapie von VHF hat eine enorme sozioökonomische Relevanz. Verfügbare Daten über die potentiell kurative Therapieoption der Katheterablation bei VHF sind jedoch unzureichend. Umfassende, repräsentative Informationen über die Katheterablation und periprozedurale Daten sind zur differenzierten Bewertung nötig. Es sind wenig bis keine multizentrische, prospektive Daten vorhanden. Von Interesse sind insbesondere die Effektivität und das Auftreten von Komplikationen.

1. Um einen hohen Evidenzgrad zu erreichen, ist das Vorhofflimmerablationsregister prospektiv und multizentrisch angelegt. Dem erstellten biometrischen Modell zufolge, soll eine suffiziente Anzahl an Patienten rekrutiert werden, um valide Ergebnisse zu erhalten.
2. Ziel des Registers ist eine umfassende Dokumentation relevanter Patientenparameter vor, während und nach der Katheterablation. Im Untersuchungszeitraum sollen möglichst alle konsekutiven Patienten, die eine Ablation bei VHF erhalten haben, erfasst werden. Es sollen Daten zur Patientenselektion, der kardialen Anamnese und der Klinik erhoben werden. Die Dokumentation soll ausführliche Daten zur Diagnostik vor dem Eingriff sowie zum technischen Prozedere während der Ablation enthalten.
3. Ein Schwerpunkt des Registers liegt in der Analyse der Akuteffektivität und der Akutkomplikationen.

2 Patienten und Methoden

Am Vorhofflimmerablationsregister beteiligten sich bundesweit 15 deutsche Krankenhäuser. Diese rekrutierten insgesamt 1168 Patienten. Der Patienteneinschluss in das Register begann am 09. Januar 2006 und endete am 07. Dezember 2007. Verlaufskontrollen (FU's = Follow-Up's) fanden nach den ersten drei Monaten und dann alle 6 Monate statt. Das letzte FU fand im April 2009 statt. Der Nachbeobachtungszeitraum betrug daher insgesamt 40 Monate. Verantwortlich für die Projektentwicklung, das Projektmanagement, das Datenmanagement und das klinische Monitoring war das Institut für klinisch-kardiovaskuläre Forschung (IKKF) in München. Dieses war die contract research organisation (CRO) des „Kompetenznetz Vorhofflimmern“ (AFNET, www.kompetenznetz-vorhofflimmern.de). Das AFNET ist ein medizinisch-wissenschaftliches Netzwerk, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und finanziert wurde. Die beteiligten biometrischen Institute waren das Institut für Herzinfarktforschung Ludwigshafen an der Universität Heidelberg in Ludwigshafen/Rhein und das Institut für Medizinische Biometrie und Epidemiologie der Universität Hamburg. Sie entwickelten das biometrische Modell, planten und führten die statistischen Analysen aus.

2.1 Datenerfassung

2.1.1 Webbasiertes Datenbanksystem (Marvin[®])

Die Dokumentation erfolgte über das webbasierte Marvin[®]-System. Der Datenkorrekturprozess beinhaltete Auswahlüberprüfungen mit automatischen Änderungsvorschlägen (Plausibilitätskontrolle). Die Dateneingabe wurde mit einer elektronischen Unterschrift beendet. Datenschutzerfordernungen und Sicherheitsstandards (FDA Verordnung title 21 Code of Federal Regulations

(CFR) part 11) wurden eingehalten. Alle Informationen waren vertraulich und übertragene Daten über Secure Socket Layer (SSL) verschlüsselt.

2.1.2 Biometrisches Modell

Es wurde die notwendige Gesamtzahl von N=1000 VHF-Ablationen für die Studie definiert, um valide Aussagen über die Inzidenz von Komplikationen machen zu können. Die zu erwartenden Komplikationen wurden basierend auf der zu Beginn des Registers zur Verfügung stehenden Literatur wie folgt geschätzt (Tab. 4) (Cappato et al., 2005, Alvarez Lopez et al., 2005, Hindricks, 1993, Wolf et al., 1991):

Art der Komplikation	Inzidenzrate in %	Anzahl N
Tod	< 0,1	1
Schlaganfall, TIA, PRIND	1	10
Pulmonalvenenstenose	2 – 40	20 – 400
Perikardtamponade	1	10
Perikarderguss	2 – 5	20 – 50

Tab. 1: Geschätzte zu erwartende Komplikationen bei einer Gesamtzahl von 1000 Patienten.

Die atrioösophageale Fistel ist eine seltene, aber potentiell letale Komplikation der Katheterablation bei VHF (Pappone et al., 2004, Knaut et al., 2004). Bei der für eine atrioösophageale Fistel geringen Fallzahl des Vorhofflimmerablationsregisters, wurde das Auftreten dieser Komplikation nicht erwartet. In

der Literatur wird eine Inzidenz zwischen 0,05% und 1% angegeben (Knaut et al., 2004).

2.1.3 Definition der Komplikationen

Zu den Komplikationen zählten alle unerwünschten Ereignisse, die eine Behandlung beziehungsweise eine Hospitalisierung erforderten oder zum Tod führten. Diese müssen durch eine Katheterablation bei VHF verursacht worden sein. Leichtgradige Komplikationen waren definiert als Komplikationen, die sich spontan selbst zurückbildeten oder als solche, die keine Folgeschäden hinterließen. Diese durften den Krankenhausaufenthalt nicht verlängern. Zu den leichtgradigen Komplikationen wurde der Perikarderguss gezählt. Schwergradige Komplikationen die eine Intervention, eine Hospitalisierung, respektive einen verlängerten Krankenhausaufenthalt oder einen chirurgischen Eingriff verursachten, wurden zu den schwergradigen Komplikationen gezählt. Zu diesen gehörten die Perikardtamponade, zerebrovaskuläre Komplikationen (TIA, PRIND, Schlaganfall, ICB), die Pulmonalvenenstenose, der Pulmonalvenenverschluss, das femorale Pseudoaneurysma, die permanente Zwerchfellähmung, die arteriovenöse Fistel, die atrioösophageale Fistel und der Tod. Die Gesamtkomplikationsrate berechnete sich durch Addition der leichtgradigen mit den schwergradigen Komplikationen.

2.2 Patientenauswahl

2.2.1 Einschlusskriterien

In das Vorhofflimmerablationsregister wurden Patienten eingeschlossen, die mindestens 18 Jahre alt waren, und bei denen eine kathetergestützte Vorhofflimmerablation durchgeführt wird. Das VHF musste in den vergangenen 12

Monaten im EKG dokumentiert worden sein. Weitere Voraussetzungen waren eine unterschriebene Einverständniserklärung und das Nichtteilnehmen an einer anderen klinischen Studie.

2.2.2 Ausschlusskriterien

Ausschlusskriterien wurden nicht definiert.

2.3 Methodik

2.3.1 Basisuntersuchung, prozedurspezifische Daten und Follow-Up-Visiten

Die Patienten wurden vor Beginn der Katheterablation in das Register aufgenommen. Hierbei wurden anamnestische, klinische und diagnostische Parameter des Patienten sowie die technischen Daten der Ablation im webbasierten Marvin[®]-System dokumentiert. Follow-Up-Visiten wurden in den ersten 6 Monaten zweimal (nach drei und 6 Monaten) und dann alle 6 Monate durchgeführt. Bei jedem weiteren Patientenkontakt sollte zusätzlich eine Befragung („Große“ und/oder „Kleine Visite“) gemacht werden.

2.4 Einschlussvisite

2.4.1 Parameter der Basisdaten

Persönliche Daten wie Alter und ethnische Zugehörigkeit der Patienten wurden anonymisiert festgehalten. Die Parameter der Basisdaten des Ablationsregisters umfassten vor allem eine ausführliche Anamnese, inklusive kardialer Erkrankungen und Komorbiditäten, klinischer Symptomatik, medikamentöser Therapie sowie bisheriger relevanter, apparativer Diagnostik.

2.4.2 **Kardiale Anamnese**

Die kardiale Anamnese richtete sich zu allererst nach den kardiovaskulären Risikofaktoren. Hierbei berücksichtigte man Faktoren wie familiäre KHK, Diabetes mellitus, Nikotinkonsum, körperliche Aktivitäten, arterielle Hypertonie, Hyperlipidämie und Alkohol- sowie Kaffeekonsum.

Anschließend wurde eruiert, ob strukturelle Herzerkrankungen vorliegen und ob kardiale Ereignisse, Interventionen oder Operationen stattgefunden haben. Es wurde das Vorliegen einer gesicherten koronaren Herzkrankheit, einer Herzklappenerkrankung oder einer bekannten Kardiomyopathie beim Patienten dokumentiert. Hinsichtlich der kardialen Ereignisse wurden eine stattgehabte Synkope, eine durchgeführte Reanimation und ein abgelaufener Myokardinfarkt festgehalten. Zustände nach einer perkutanen Koronarintervention (PCI), einer aortokoronaren Venen-Bypass-Operation (ACVB-OP) oder einem Herzklappenersatz waren ebenfalls wichtige, anamnestisch erfasste Dokumentationsparameter.

2.4.3 **Begleiterkrankungen**

Es wurden Begleiterkrankungen und weitere bisherige Ereignisse, respektive Komplikationen, erfasst. Bei den Komorbiditäten wurde nach dem Vorhandensein von chronisch obstruktiven Lungenerkrankungen, malignen Erkrankungen, peripherer arterieller Verschlusskrankheit (pAVK) und chronischer Niereninsuffizienz mit eventueller Dialysepflicht gefragt. Hierzu wurde das Serum-Kreatinin (Laborwert nicht älter als 7 Tage) und das Hämoglobin (Laborwert nicht älter als 7 Tage) vermerkt. Eine Hypo- oder Hyperthyreose mit etwaiger Bestimmung des Thyreoidea-stimulierenden Hormon (TSH), inklusive Datum der Messung, wurde festgehalten. Beim Vorliegen von weiteren Begleiterkrankungen wurden diese zusätzlich notiert. Auch stattgehabte

thrombembolische- und hämorrhagische Komplikationen wurden protokolliert.

2.4.4 Vorhofflimmeranamnese

Bei der VHF-Anamnese wurden die erfolgten Therapien zur Behandlung des VHF in den 12 Monaten vor Katheterablation spezifiziert. Eine pharmakologische- oder elektrische Kardioversion, eine bereits erfolgte Katheterablation, eine SM- oder Defibrillatorimplantation sowie eine chirurgische Therapie des VHF wurden unter diesem Unterpunkt dokumentiert.

Zur Evaluation der individuellen Vorhofflimmertrigger wurden eventuelle vom Patienten vermutete Auslöser des VHF fakultativ erfasst. Auch der Zeitpunkt des überwiegenden Auftretens von VHF und die Art, wie die letzte VHF-Episode terminierte, wurden erfragt. Zudem wurde die klinische Symptomatik detailliert erfasst. Unter anderem wurden Informationen wie der VHF-Typ, der Zeitpunkt der ersten VHF-Symptome und der zuerst im EKG dokumentierten VHF-Episode, notiert. Auch die Dauer der letzten VHF-Episode wurde registriert. Die Familienanamnese bezüglich VHF war ebenso von Interesse. Ein wichtiger Punkt war des Weiteren die Erfassung der kardial relevanten Medikamente. Fakultativ wurden Angaben zur Lebensqualität gemacht.

2.4.5 Diagnostik

Als Basis-Messwerte des Patienten wurden die Größe, das Gewicht, der BMI sowie die arteriellen Blutdruckwerte vermerkt. Die Daten der transthorakalen Echokardiographien (TTE) der letzten drei Monate wurden dokumentiert. Bei jedem Patienten wurden Basisparameter wie Herzrhythmus, Herzfrequenz und QRS-Dauer eines aktuellen Ruhe-EKG notiert. Auffälligkeiten im EKG, wie Zeichen für eine kardiale Hypertrophie, ein Nachweis von Präexzitation,

Hinweise auf einen früheren Myokardinfarkt und andere Anomalitäten wurden gegebenenfalls erfasst. Ein Index-EKG musste, falls nicht schon im Ruhe-EKG ein VHF vorlag, ebenfalls dokumentiert werden. Als Index-EKG wurde ein EKG definiert, in welchem der Patient ein VHF aufweist. Falls ein Langzeit-EKG oder eine Fahrrad-Ergometrie im vorangegangenen Monat erfolgt war, wurde dies ebenfalls dokumentiert. Wenn eine transösophageale Echokardiographie (TEE) oder ein Thorax-Röntgenbild innerhalb der letzten drei Monate, beziehungsweise eine elektrophysiologische Untersuchung (EPU) innerhalb der letzten 6 Monate vor der Katheterablation durchgeführt worden war, wurde auch dies entsprechend erfasst.

2.5 Prozedurspezifische Daten

2.5.1 Allgemeine Angaben zur Ablation, Symptomatik und Diagnostik

Berücksichtigt wurden zunächst die Vorgeschichte, die Symptomatik und die erfolgten kardiologischen Untersuchungen. Es wurde eruiert, ob bereits eine Katheterablation vor der aktuellen Ablation erfolgte und was spezifisch gemacht worden ist. Hiernach benotete der Patient den subjektiven Schweregrad des jeweils angegebenen Symptoms von 0 (= keine Symptomatik) bis 6 (= unerträglich). Wenn eine TTE, TEE, Magnetresonanztomographie (MRT) oder Computertomographie (CT) vor der gegenwärtigen Ablation stattfand, wurden die jeweiligen Resultate detailliert in das System eingegeben.

2.5.2 Basisdaten zur Ablationsprozedur

Zu den eingegebenen Basisdaten gehören der EKG-Rhythmus bei Prozedurbeginn und ein repräsentativer Gerinnungswert vor Ablation (INR, PTT).

Zudem wurde angegeben, ob und welches dreidimensionale Mappingsystem (3D-Mapping) zur Darstellung der Herzanatomie Verwendung fand. Bei Anwendung einer 3D-Image-Fusion (Zusammenführung der 3D-Elektroanatomie mit computertomographischen Bildern) wurde dies vermerkt. Bei der Durchführung einer PV-Angiographie wurde angegeben, ob und in welchem Prozentsatz eine Stenose einer Pulmonalvene vorlag. Lagen bei der PV-Angiographie anatomische Varianten vor, wurden diese präzisiert.

2.5.3 Ablationsstrategie

Die jeweilige Ablationslokalisierung wurde dokumentiert. Dabei wurde zwischen einer PVI, einer atrialen Ablation und einer anderweitigen Lokalisation unterschieden. Bei der jeweiligen Lokalisation wurde spezifisch die angewandte Ablationstechnik angegeben. Hiernach wurden die kalkulierten technischen Daten der Ablation, je nach Lokalisation, differenziert notiert. Hierzu gehörte die kumulative Energie in Joule/Wattsekunde (Joule/Ws) oder die Angabe der minimalen Temperatur in °C. Die an einer Lokalisation jeweils maximal abgegebene Leistung wurde in Watt/cm angegeben. Die errechnete Gesamtdauer der Energieabgabe wurde in Minuten (Min.) festgehalten. Der erzielte Endpunkt war ein möglichst kompletter Block der ablatierten Struktur. Weitere Prozedurdaten umfassten die Gesamtdurchleuchtungszeit (Min.), die Gesamtdurchleuchtungsdosis (cGycm²) und die Gesamtprozedurdauer (Min.) („skin-to-skin“). Auch die Art der verwendeten Energiequelle, die Anzahl an Energiequellen und die Elektrodenart wurden angegeben. Sowohl das Stattfinden einer Kardioversion während der Ablation, der Hauptrhythmus während und nach der Ablation, als auch der Versuch einer Induktion von VHF nach der Ablation wurden im Register vermerkt. Beim Auftreten der spezifischen Komplikationen Perikarderguss, atrioösophageale Fistel und

Pulmonalvenenstenose wurden diese als letztes notiert. Alle weiteren Komplikationen wurden separat erfasst.

2.6 Entlassung

Nach der Entlassung wurden Basisparameter, wie die Dauer des stationären Aufenthaltes, im Register aufgenommen. Zudem wurde hier vermerkt, ob außer dem Aufenthalt auf der kardiologischen Abteilung ein Aufenthalt in einer Spezialabteilung notwendig war, wurde hier vermerkt. Wenn - abgesehen von der Katheterablation - weitere kardiale Interventionen notwendig waren, wurden diese protokolliert. Sind neben den oben genannten spezifischen Komplikationen, zusätzliche kritische, unerwünschte Ereignisse (Severe Adverse Events = SAE's) aufgetreten, wurden diese hier registriert und zentral dokumentiert. Zuletzt wurde die Medikation bei Entlassung aufgezeichnet.

2.7 Follow-Up-Visiten

Nach 3 Monaten wurde das erste kurzgehaltene Follow-Up (B04 FU, Verlaufskontrolle) mit dem Patienten durchgeführt. Diese Verlaufskontrolle entsprach den Fragen einer als „Kurze Visite“ bezeichneten Erhebung. Hierbei wurde die zu diesem Zeitpunkt aktuelle subjektive Symptomatik mit erneuter Benotung von 0 bis 6 bewertet. Bei der Rhythmusanamnese wurde festgehalten, ob und welche Arrhythmie in der Zwischenzeit aufgetreten ist. Falls diagnostisch in den vergangenen drei Monaten eine TEE, eine MRT- oder CT-Untersuchung gemacht worden ist, wurde auch dies vermerkt. Eine gegebenenfalls erneut erfolgte Ablation wurde protokolliert. Drei weitere Monate später fand das 6-Monate-FU statt. Hiernach wurden alle 6 Monate FU's durchgeführt. Im April 2009 fand die abschließende Befragung per Briefpost statt. Hierbei wurde dem Patienten und seinem Hausarzt ein kurzer Frage-

bogen geschickt. Die Eingabe aller retournierten Fragebögen erfolgte manuell im Datenbanksystem. Nach dem 3-Monate-FU umfassten alle Befragungen die Fragen des 3 Monate-FU und wurden durch die Fragen der als „Große Visite“ bezeichneten Untersuchung ergänzt. Hierbei wurden der aktuelle Blutdruck und eine etwaige Herzinsuffizienz notiert. Wie bei der Einschlussvisite wurde erneut nach der aktuellen Symptomatik gefragt. Zudem wurden die Arztbesuche aus kardialen Gründen sowie Krankenhausaufenthalte seit dem letzten FU notiert. Die eventuell vermuteten Auslöser des VHF, der überwiegende Zeitpunkt des Auftretens von VHF und die Art der Beendigung der letzten Episode, wurden abermals registriert. Neue kardial relevante Interventionen und Komplikationen wurden erfasst. Die aktuelle Einschätzung des VHF-Typs, die Häufigkeit des gegebenenfalls noch auftretenden VHF und die derzeitige antiarrhythmische Therapiestrategie wurden festgehalten. Wenn eine antiarrhythmische Therapie nicht mehr notwendig war, wurde dies begründet. Die restlichen Fragen entsprachen der Dokumentation der erfolgten Diagnostik in der Einschlussvisite. Auch die aktuelle Medikation wurde in diesem FU vermerkt. Wie bereits erwähnt, wurden bei jedem Patientenkontakt außerhalb der regulären FU's zusätzlich eine „Kleine-„ oder „Große Visite“ durchgeführt.

2.7.1 Severe Adverse Event-Zentrum

Sind in dem untersuchten Zeitraum schwere unvorhergesehene Ereignisse (Severe Adverse Event, SAE) aufgetreten, wurden diese ausführlich im SAE-Register des webbasierten Marvin[®]-Systems dokumentiert. Entsprechende Dokumente, wie z.B. Arztbriefe oder Todesbescheinigungen, wurden dem SAE-Zentrum zugesendet, von diesem auf Vollständigkeit geprüft und von Spezialisten beurteilt. Im SAE-Register wurden die Art der Komplikation, Untersuchungsergebnisse, die erfolgte Behandlung und der Ausgang der Kom-

plikation festgehalten. Im Falle eines Todes wurde eine gegebenenfalls erfolgte Obduktion dokumentiert.

2.8 Datenanalyse

Die Datenanalyse erfolgte durch das Institut für Herzinfarktforschung Ludwigshafen an der Universität Heidelberg und das Institut für Medizinische Biometrie und Epidemiologie der Universität Hamburg. Die Daten werden in absoluten- und in prozentualen Zahlen präsentiert. Wenn nicht anderweitig vermerkt, werden Mittelwerte und Standardabweichungen angegeben. Dichotome Variablen wurden mit dem χ^2 -Test (Pearson-Korrelation) und stetige Variablen mit dem Wilcoxon-Mann-Whitney-Test („U-Test“) verglichen. Eine zweiseitige Irrtumswahrscheinlichkeit α von 0,05 wurde als statistisch signifikant definiert. Eine multivariate Analyse wurde benutzt, um Unterschiede bei Patientencharakteristika in der medizinischen Betreuung sowie bei akuten und Langzeitkomplikationen miteinander abzustimmen. Zur statistischen Auswertung wurde ein statistisches Softwarepaket (SAS, Version 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) verwendet.

3 Ergebnisse

3.1 Patientencharakteristika

3.1.1 Geschlechterverteilung und Alter der Patienten

Ein Großteil der abladierten Patienten waren Männer. Von insgesamt 1168 Patienten waren 847 (72,5%) männlich und 321 (27,5%) weiblich. Frauen waren signifikant älter ($62,4 \pm 9,1$ Jahre) als Männer ($57,9 \pm 10,4$ Jahre, $p < 0,0001$). Insgesamt lag das Durchschnittsalter bei $59,2 \pm 10,3$ Jahren (Abb. 6).

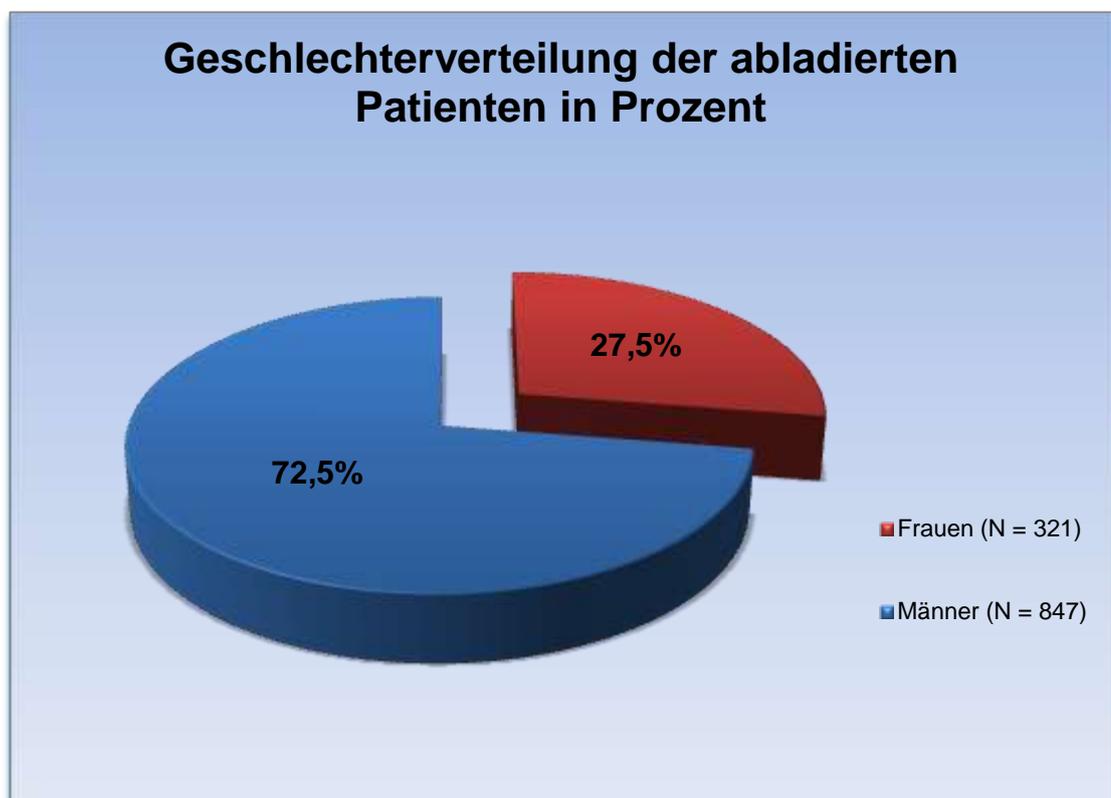


Abb. 6: Geschlechterverteilung der Patienten, die sich einer Katheterablation unterzogen haben, in Prozent. Rot: Frauen (N=321), blau: Männer (N=847), Gesamtzahl der Patienten (N=1168).

3.1.2 Verteilung der Vorhofflimmertypen

Am häufigsten war PAF mit 62,6% (731/1168), wobei Frauen mit 68,9% (221/321) diesen Vorhofflimmertyp signifikant häufiger als Männer mit 60,2% (510/847) aufwiesen (Odds-Ratio (OR) 1,46 (1,11-1,92), $p < 0,01$).

Persistierendes VHF lag in 28,7% (335/1168) der Fälle vor, wobei Männer mit 30,6% (259/847) unter diesem VHF-Typ signifikant häufiger litten als Frauen mit 23,7% (76/321) (OR 0,70 (0,52-0,95), $p < 0,05$).

Permanentes VHF kam in 8,5% (99/1168) der Fälle vor.

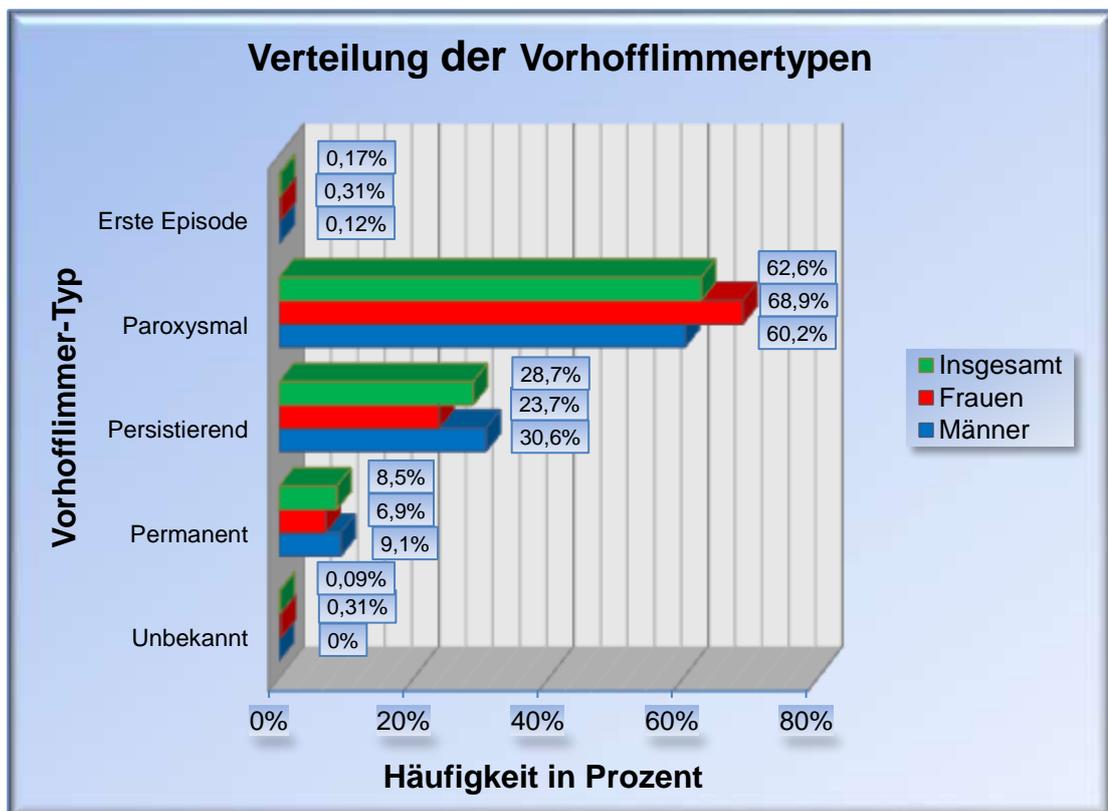


Abb. 7: Häufigkeitsverteilung der Vorhofflimmertypen insgesamt und in Abhängigkeit vom Geschlecht in Prozent.

Hier gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern (Frauen 6,9%, Männer 9,1%, (OR 0,74 (0,45-1,20), $p=0,22$)). In 0,17% (2/1168) wurde der VHF-Typ als „erste Episode“ dokumentiert. In 0,09% (1/1168) wurde der VHF-Typ vor der Ablation als „unbekannt“ gekennzeichnet (Abb. 7).

3.1.3 Klinische Symptomatik der Patienten vor Ablation

Am häufigsten wurden vor der Katheterablation Palpitationen als klinische Symptomatik bei VHF angegeben. Hiernach folgten prozentual am häufigsten körperliche Schwäche, Dyspnoe, Schwindel und Thoraxschmerzen (Abb. 8).

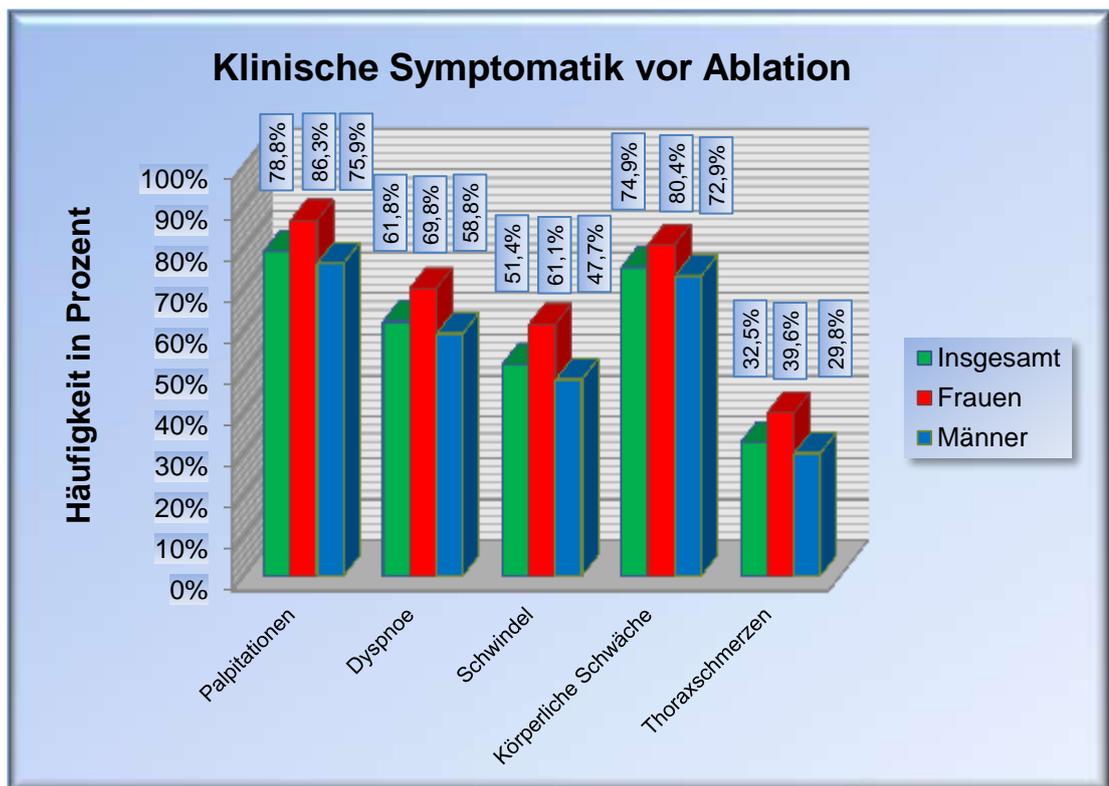


Abb. 8: Häufigkeitsverteilung der klinischen Symptome insgesamt und in Abhängigkeit vom Geschlecht vor Ablation in Prozent.

3.1.3.1 Bewertung der Palpitationen vor Ablation

78,8% (920/1168) der Patienten gaben vor der Katheterablation an, Palpitationen zu verspüren. Frauen litten signifikant häufiger an dieser Symptomatik als Männer (Frauen 86,3% vs. Männer 75,9%, OR 2,00 (1,40-2,85), $p < 0,001$). Auch gaben Frauen auf einer Skala von 1 bis 6 signifikant häufiger als Männer an, Palpitationen als unerträglich zu empfinden (Frauen 10% vs. Männer 3,8%, OR 2,82 (1,70-4,69), $p < 0,0001$) (Abb. 9).

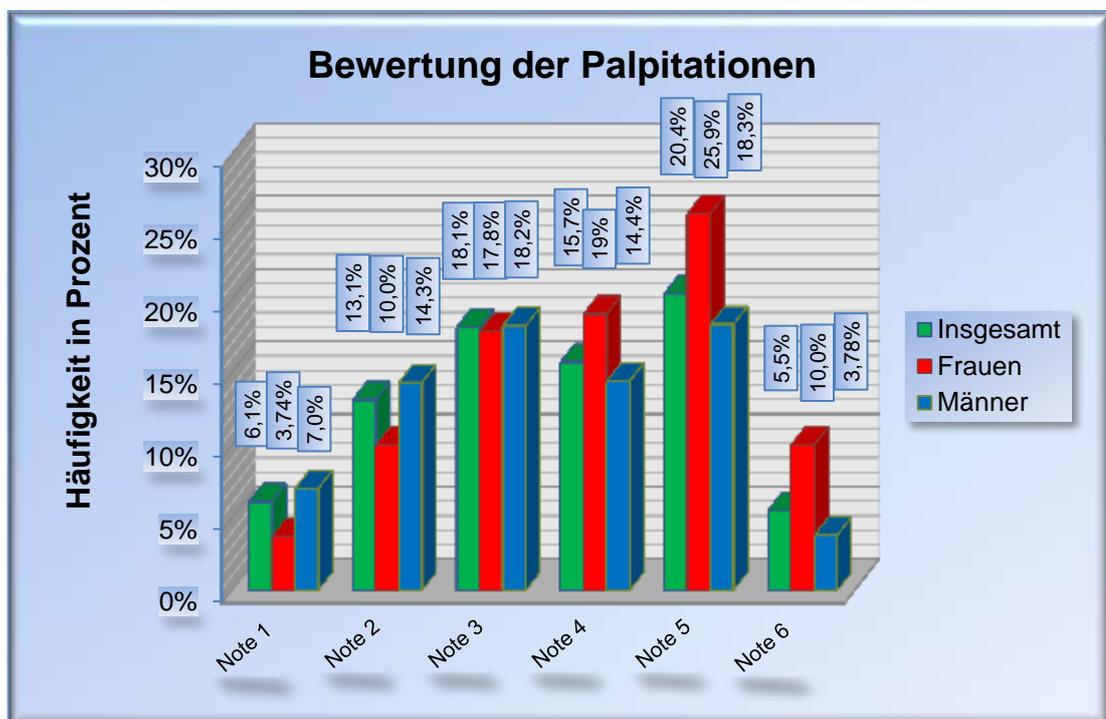


Abb. 9: Häufigkeitsverteilung der Bewertung der klinischen Symptomatik Palpitation vor der Ablation insgesamt und in Abhängigkeit vom Geschlecht von 1 (leicht) bis 6 (unerträglich) in Prozent.

0,54% (5/920) der Patienten sahen keinen Zusammenhang der Palpitationen mit dem VHF. 76,3% (702/920) gingen von einem Zusammenhang aus und 19,2% (177/920) hielten einen Zusammenhang mit dem VHF für möglich.

3,91% (36/920) der Patienten konnten nicht beurteilen, ob es einen Zusammenhang der Palpationen mit dem VHF gab.

3.1.3.2 Bewertung der Dyspnoe vor Ablation

61,8% (722/1168) der Patienten verspürten Atemnot vor der Ablation. Dyspnoe wurde von Frauen im Vergleich zu Männern signifikant häufiger als klinisches Symptom angegeben (Frauen 69,8% vs. Männer 58,8%, OR 1,62 (1,23-2,13), $p < 0,001$). Die Atemnot wurde von Frauen mit 4,67% auch signifikant häufiger als unerträglich bezeichnet als von Männern mit 2,13% (OR 2,26 (1,12-4,54), $p < 0,05$). Die einzelne subjektive Bewertung der klinischen Symptomatik Dyspnoe gibt folgende Abbildung wieder (Abb. 10):

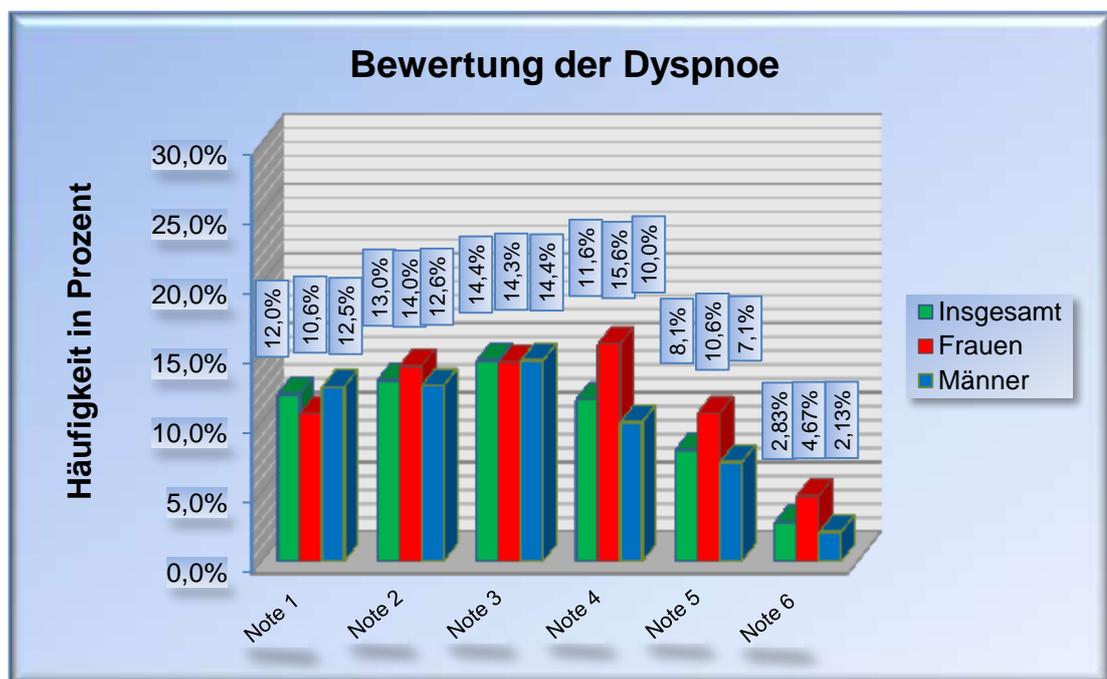


Abb. 10: Häufigkeitsverteilung der Bewertung der klinischen Symptomatik Dyspnoe vor der Ablation insgesamt und in Abhängigkeit vom Geschlecht von 1 (leicht) bis 6 (unerträglich) in Prozent.

2,35% (17/722) der befragten Patienten nahmen keinen Zusammenhang des Symptoms Dyspnoe mit dem VHF wahr. 65,8% (475/722) sahen einen Zusammenhang mit dem VHF. 26,7% (193/722) hielten einen Zusammenhang für möglich und 5,1% (37/722) der Patienten konnten dies nicht beurteilen.

3.1.3.3 Bewertung des Schwindels vor Ablation

Vor der Ablation litten 51,4% (600/1168) der Patienten unter Schwindel. Frauen gaben dieses Symptom deutlich häufiger an als Männer (Frauen 61,1% vs. Männer 47,7%, OR 1,72 (1,32-2,23), $p < 0,0001$). Signifikant häufiger wurde der Schwindel von Frauen auch als unerträglich bezeichnet (Frauen 3,12%, Männer 1,06%, OR 2,99 (1,21-7,44), $p < 0,05$). Die Benotung des Symptoms Schwindel zeigt die nächste Abbildung (Abb. 11).

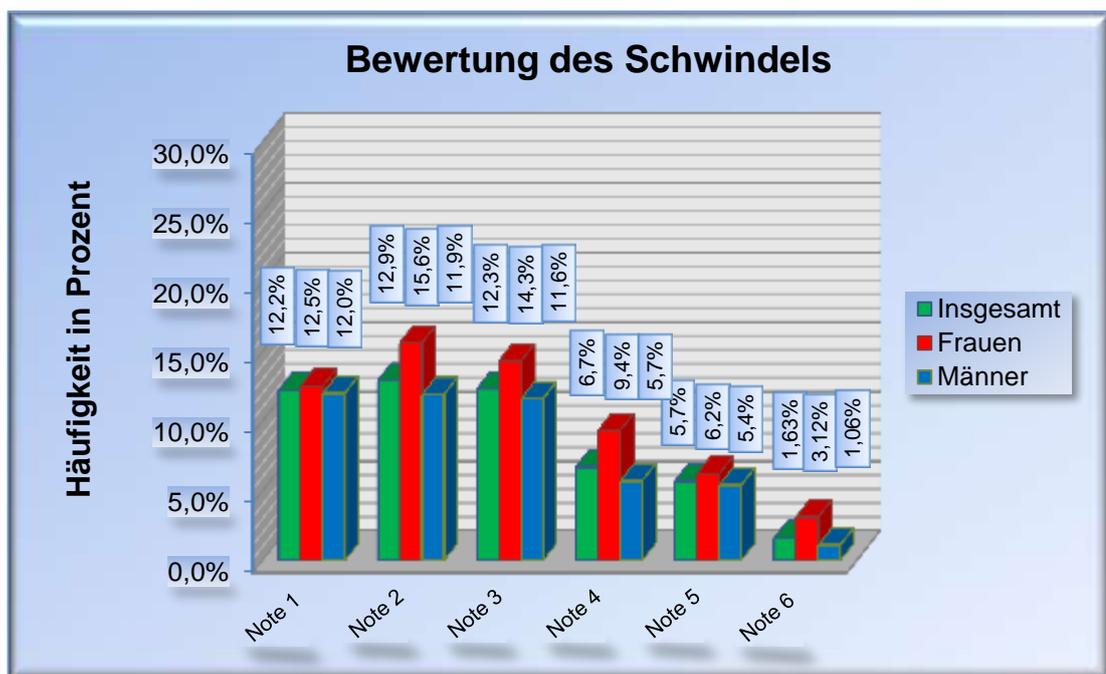


Abb. 11: Häufigkeitsverteilung der Bewertung der klinischen Symptomatik Schwindel vor der Ablation insgesamt und in Abhängigkeit vom Geschlecht von 1 (leicht) bis 6 (unerträglich) in Prozent.

Ein Zusammenhang des Schwindelgefühls mit dem VHF wurde von 3,17% (19/600) der Patienten verneint. 64,8% (389/600) der Patienten sahen einen Zusammenhang, 26,7% (160/600) hielten einen Zusammenhang für möglich. 5,3% (32/600) der Patienten fanden den Zusammenhang des VHF mit dem Symptom Schwindel nicht beurteilbar.

3.1.3.4 Bewertung der allgemeinen körperlichen Schwäche vor Ablation

Eine allgemeine körperliche Schwäche gaben 74,9% (875/1168) der Patienten vor der Ablation bei VHF an. Frauen waren signifikant häufiger betroffen als Männer (Frauen 80,4% vs. Männer 72,9%, OR 1,53 (1,11-2,09), $p < 0,01$). Mit der Note 6 (unerträglich) benoteten Frauen die allgemeine körperliche Schwäche signifikant häufiger als Männer (Frauen 7,5%, Männer 3,66%, OR 2,13 (1,23-3,68), $p < 0,01$). Die subjektive Bewertung gibt die unten stehende Abbildung im Einzelnen wieder (Abb. 12).

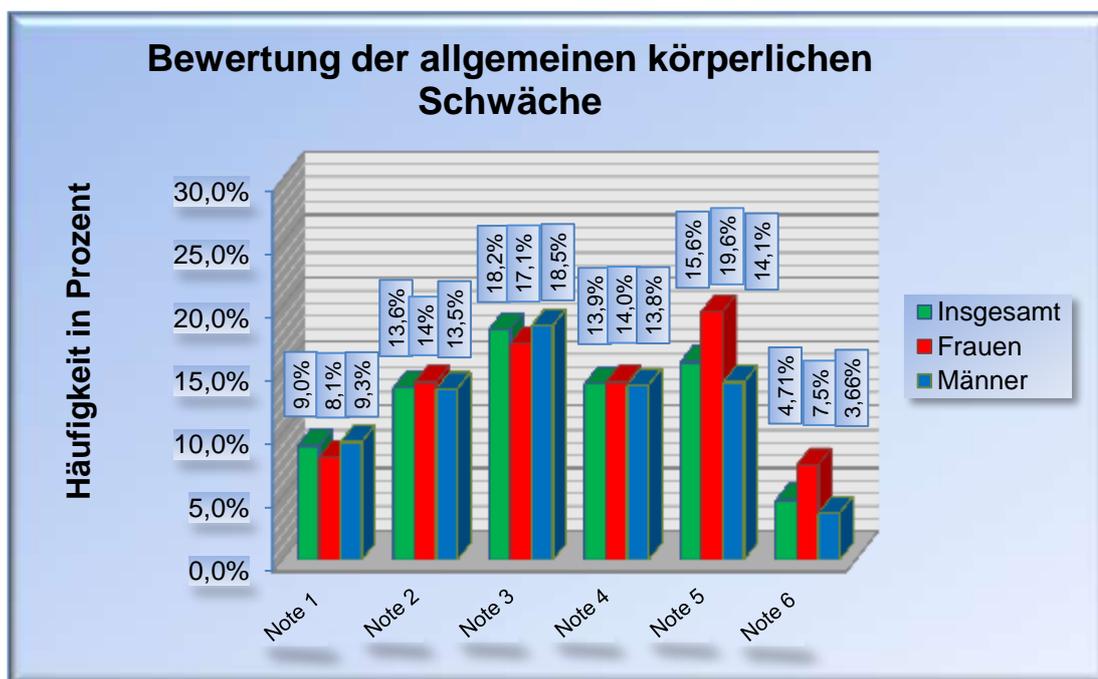


Abb. 12: Häufigkeitsverteilung der Bewertung der klinischen Symptomatik allgemeine körperliche Schwäche vor der Ablation insgesamt und in Abhängigkeit vom Geschlecht von 1 (leicht) bis 6 (unerträglich) in Prozent.

3.1.3.5 Bewertung der Thoraxschmerzen vor Ablation

Über Thoraxschmerzen klagten 32,5% der Patienten vor der Katheterablation bei VHF. Frauen gaben dieses Symptom gleichfalls signifikant häufiger an als Männer (Frauen: 39,6% vs. Männer 29,8%, OR 1,55 (1,18-2,02), $p < 0,01$). Das Symptom Thoraxschmerzen wurde mit 1,56% von den Frauen auch signifikant häufiger als unerträglich angegeben, als mit 0,12% von Männern (OR 13,39 (1,56-115,0), $p < 0,01$). Die Benotung der Patienten der Thoraxschmerzen von 1-6 ist der unten dargestellten Abbildung zu entnehmen (Abb. 13).

Keinen Zusammenhang der Thoraxschmerzen mit dem VHF sahen 2,64% (10/379) der Befragten. 63,9% (242/379) gaben einen Zusammenhang an und 23,0% (87/379) hielten ihn für möglich. Für 10,6% (40/379) war der Zusammenhang der Thoraxschmerzen mit dem VHF nicht beurteilbar.

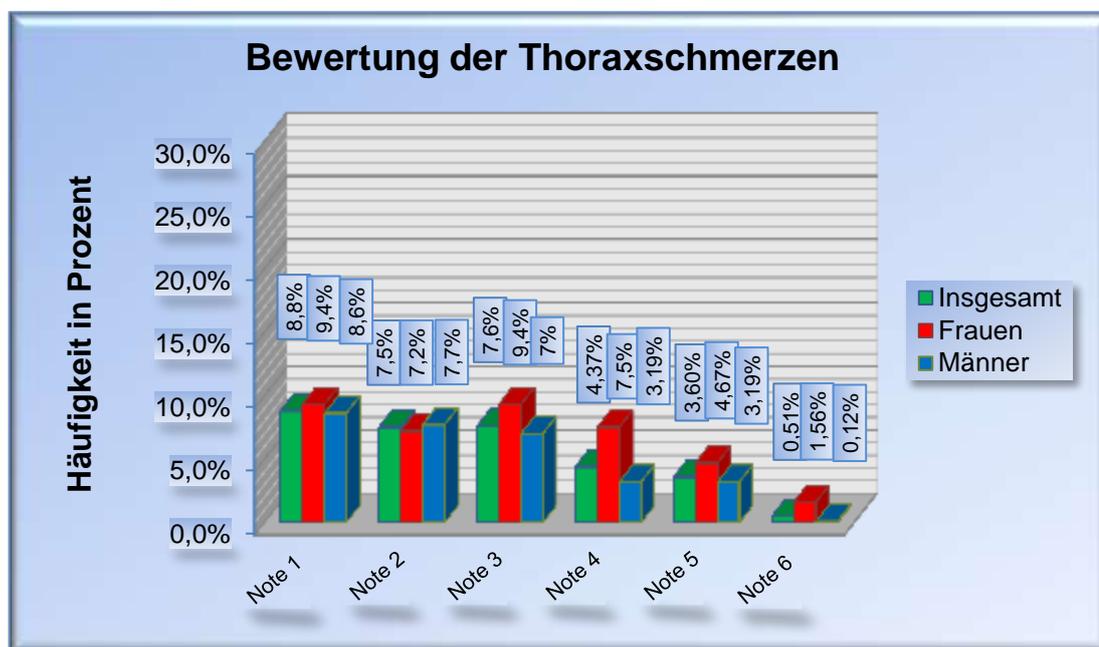


Abb. 13: Häufigkeitsverteilung der Bewertung der klinischen Symptomatik Thoraxschmerzen vor der Ablation insgesamt und in Abhängigkeit vom Geschlecht von 1 (leicht) bis 6 (unerträglich) in Prozent.

3.1.1 Frühere Ablationen

31,4% (367/1168) der Patienten hatten vor Einschluss in das Vorhofflimmerregister bereits mindestens eine Katheterablation. Bei dem Großteil dieser stattgehabten Ablationen wurde mit 68,1% (250/367) eine PV-Isolation durchgeführt. In 48,5% (178/367) war typisches Vorhofflattern (RA-Isthmusablation) behandelt worden. Eine rechtsatriale (RA) sowie eine linksatriale (LA) lineare Vorhofablation hatten jeweils in 4,09% (15/367) der Ablationen stattgefunden. Eine ektope atriale Tachykardie war in 1,91% (7/367) der Fälle ablatiert worden. AV-Knoten-Reentry-Tachykardien (AVNRT) (Modulation/Ablation der langsamen Leitungsbahn), akzessorische Leitungsbahnen und atriale Makroreentry-Tachykardien wurden in jeweils 1,36% (5/367) der Ablationen bereits therapiert. 0,82% (3/367) der Patienten hatten vor der

aktuellen Ablation eine AV-Knotenablation, 0,27% (1/367) eine Ablation einer inadäquaten Sinustachykardie (Abb. 14).

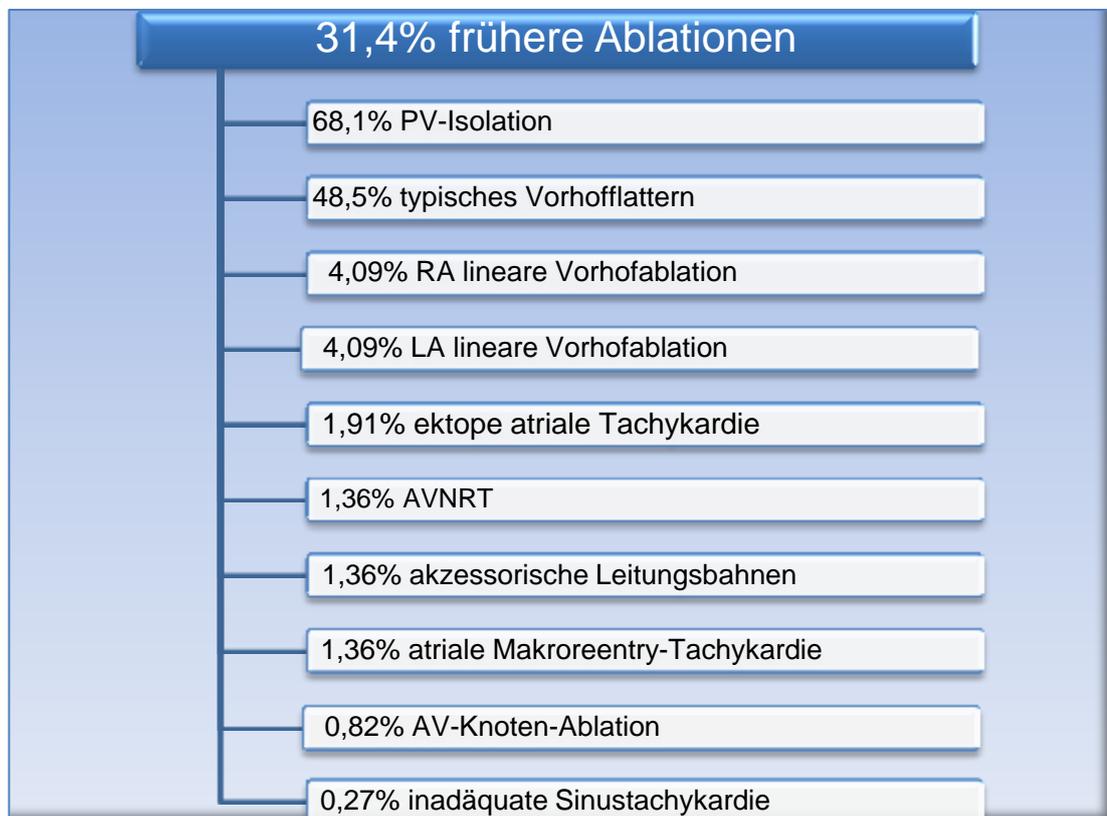


Abb. 14: Häufigkeit der stattgefundenen Katheterablationen vor der aktuellen Ablation in Prozent.

3.1.2 Diagnostik vor der Ablation

3.1.2.1 *Transthorakale Echokardiographie*

Bei 37,5% (438/1168) der Patienten wurde diagnostisch vor der Katheterablation eine TTE durchgeführt (Frauen 35,2%, Männer 38,4%, OR 0,87 (0,67-1,14), $p=0,32$). 0,23% (1/438) der Patienten waren nicht schallbar ge-

wesen. 62,4% (729/1168) der Patienten erhielten keine TTE-Untersuchung (Abb. 15).

Vitien wurden bei 18,3% (80/437) der untersuchten Patienten (N=80) festgestellt (Frauen 23,2%, Männer 16,6%, $p=0,12$, OR 1,52 (0,90-2,57)). Ein präinterventioneller Perikarderguss fand sich bei 3,2% (14/437) dieser Patientengruppe (Frauen 1,79%, Männer 3,69%, OR 0,47 (0,10-2,15), $p=0,32$,) (Abb. 16).

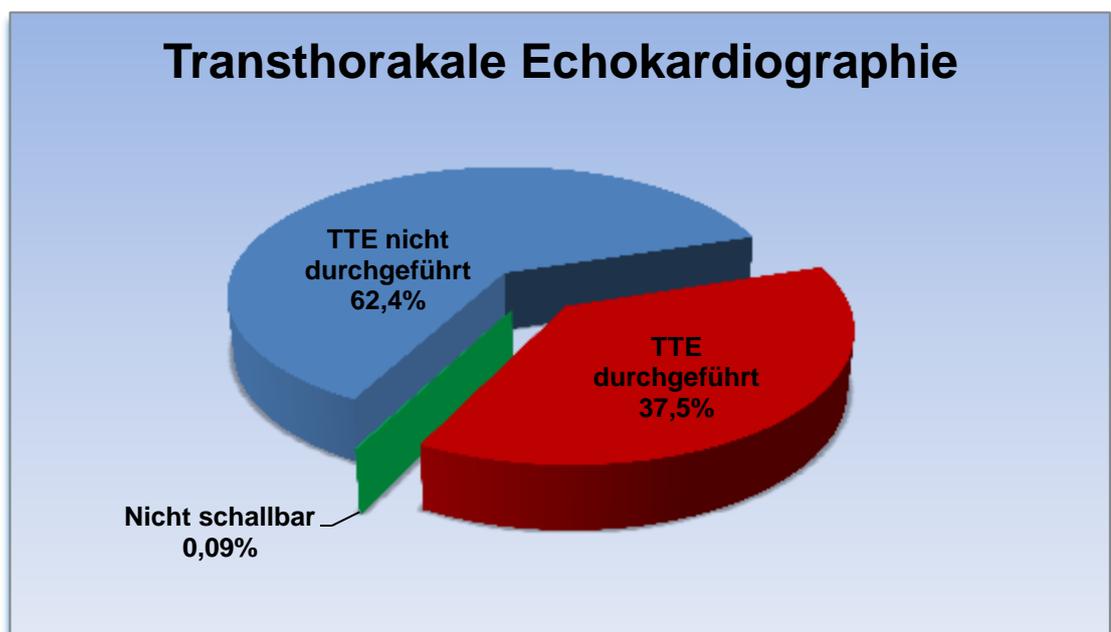


Abb. 15: Häufigkeit der vor der Ablation durchgeführten transthorakalen Echokardiographie in Prozent.

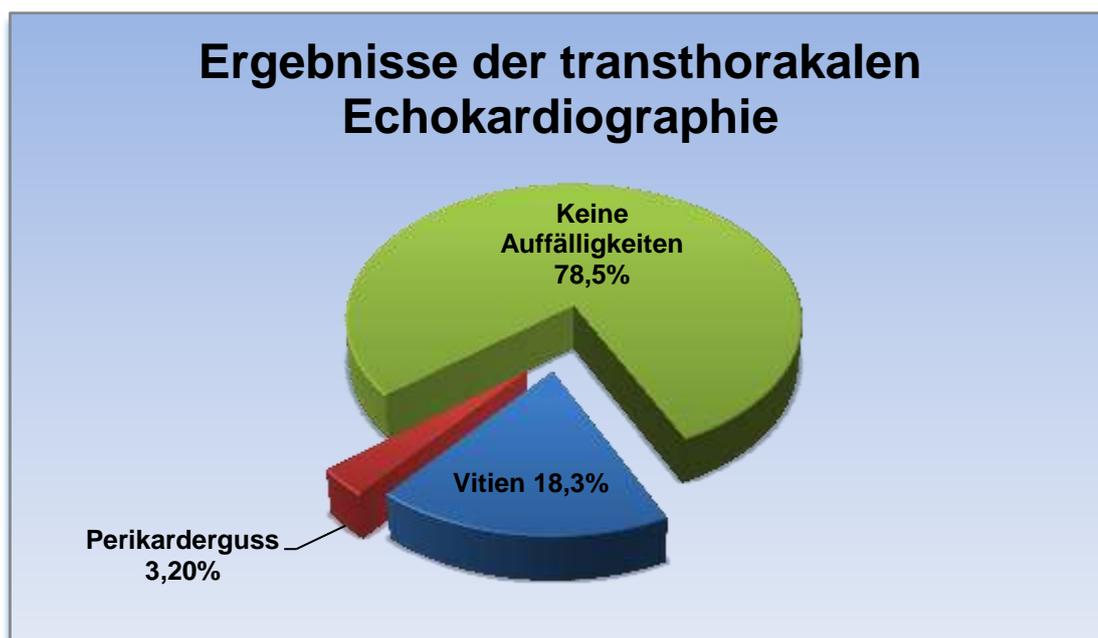


Abb. 16: Vorliegen von Vitien und Perikarderguss, bei den mit transthorakaler Echokardiographie untersuchten Patienten, in Prozent.

3.1.2.2 *Transösophageale Echokardiographie*

Bei 89,4% der Patienten (1042/1166) wurde eine TEE durchgeführt (Frauen 89,7%, Männer 89,2%, OR 1,05 (0,69-1,60), $p=0,83$). 10,6% (124/1166) erhielten keine TEE-Untersuchung (Frauen 10,3%, Männer 10,8%, OR 0,95 (0,63-1,45), $p=0,83$) (Abb. 17).

53,0% der Patienten (552/1042) befanden sich während der TEE im Sinusrhythmus. Frauen waren mit 58,2% zur Zeit der Untersuchung signifikant häufiger im Sinusrhythmus als Männer mit 51,0% ($p<0,05$, OR 1,34 (1,02-1,76)).

41,4% (431/1042) hatten Vorhofflimmern (Frauen 36,6%, Männer 43,2%, OR 0,76 (0,57-1,00), $p=0,05$). 1,73% (18/1042) waren während der TEE im VHFla (Frauen 1,05%, Männer 1,99%, OR 0,52 (0,15-1,81), $p=0,30$).

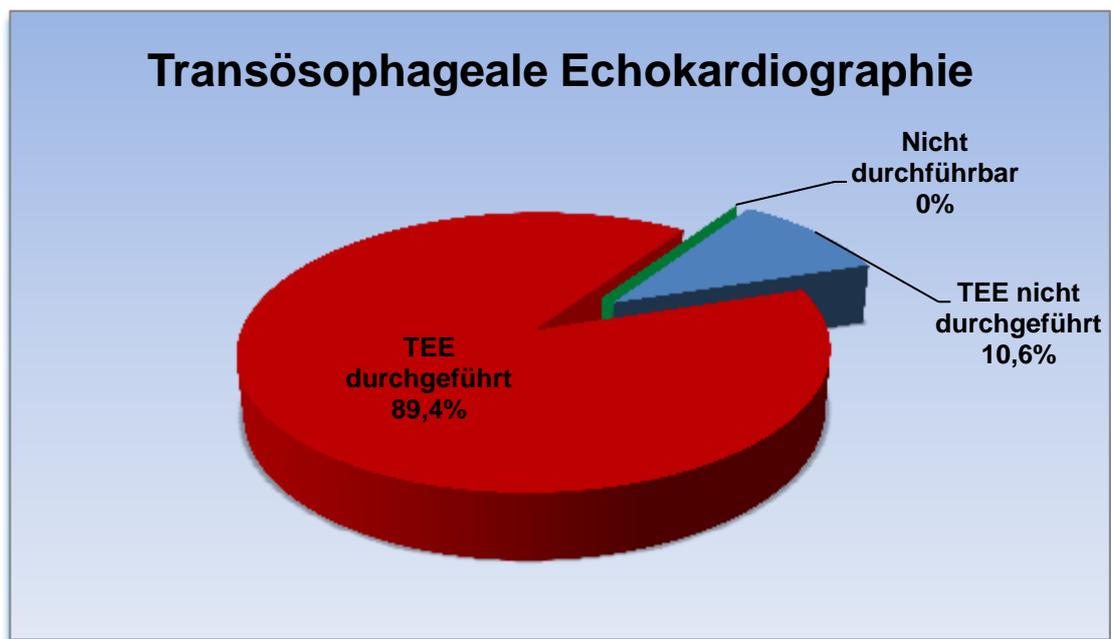


Abb. 17: Häufigkeit der vor der Ablation durchgeführten transösophagealen Echokardiographie in Prozent.

Einen Schrittmacherrhythmus hatten 1,15% (12/1042) der Patienten während der Untersuchung (Frauen 1,39%, Männer 1,06%, OR 1,32 (0,39-4,42), $p=0,65$). Einen anderen, nicht weiter bezeichneten Rhythmus wiesen 2,78% (29/1042) auf (Frauen 2,79%, Männer 2,78%, OR 1,0 (0,44-2,29), $p=1,0$) (Abb. 18).

Bei 0,38% (4/1042) der untersuchten Patienten fanden sich intrakardiale Thromben (Frauen 0,35%, Männer 0,4%, OR 0,88 (0,09-8,46), $p=0,91$). Der LAA-Fluss betrug im Durchschnitt 50,0 cm/s (35,0-62,0) (Frauen 50,0 cm/s (33,5-60,0), Männer 50,0 cm/s (35,0-62,0), $p=0,36$).

Die Darstellbarkeit der LSPV, LIPV, RSPV und RIPV in der TEE ist der untenstehenden Tabelle zu entnehmen (Tab. 5). Auch der jeweils maximale und mittlere Fluss wird als Strömungsgeschwindigkeit in cm/s dargestellt. Das in

der TEE errechnete Geschwindigkeits-Zeit-Integral (VTI velocity time integral) ist in cm angegeben.

Ein gemeinsames Ostium der LSPV und der LIPV fand sich in 4,41% (46/1042) der Untersuchungen. Hier gab es einen signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern. 7,3% der Frauen und 3,31% der Männer wiesen ein gemeinsames Ostium der LSPV und der LIPV auf (OR 2,31 (1,27-4,19), $p < 0,01$). 0,48% (5/1042) der Patienten zeigte ein gemeinsames Ostium im Bereich der RSPV und der RIPV (Frauen 1,05%, Männer 0,26%, OR 3,98 (0,66-23,93), $p = 0,10$). In 95,1% (991/1042) der TEE fanden sich keine gemeinsamen Ostien. Männer hatten signifikant häufiger kein gemeinsames Ostium als Frauen (Frauen 91,6%, Männer 96,4%, OR 0,41 (0,23-0,72), $p < 0,01$).

Zusätzliche Pulmonalvenen (PV's) fanden sich ohne signifikanten Unterschied in 0,86% (9/1042) der Fälle (Frauen 1,74%, Männer 0,53%, OR 3,33 (0,89-12,49), $p = 0,06$).

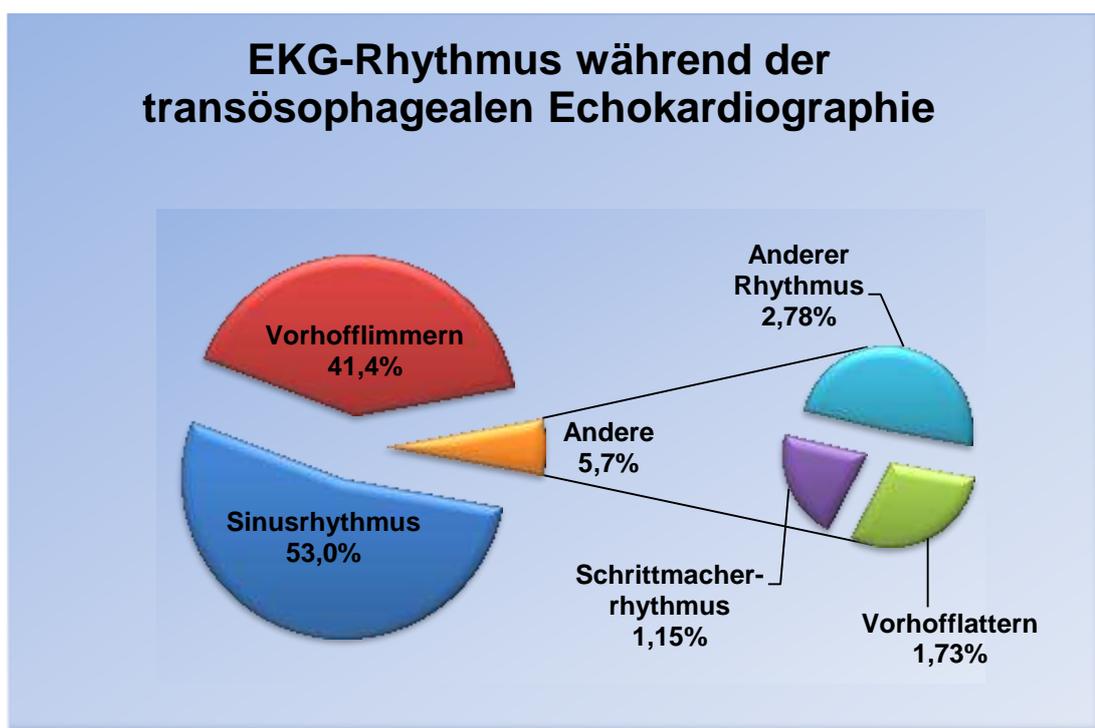


Abb. 18: Häufigkeitsverteilung des Hauptrhythmus im EKG während der transösophagealen Echokardiographie.

	Total (N=1042)	Frauen (N=287)	Männer (N=755)	p-Wert
Intrakardiale Thromben	4 (0,38%)	1 (0,35%)	3 (0,40%)	0,91
LAA-Fluss (cm/s)	50,0 (35,0-62,0)	50,0 (33,5-60,0)	50,0 (35,0-62,0)	0,36
LSPV Darstellbar	786 (75,4%)	219 (76,3%)	567 (75,1%)	0,69

Ergebnisse

LSPV Maximaler Fluss (cm/s)	50,0 (36,0-63,0)	54,0 (39,5-67,5)	49,0 (36,0-61,0)	<0,05
LSPV Mittlerer Fluss (cm/s)	27,0 (21,0-34,0)	28,0 (22,0-36,0)	27,0 (21,0-34,0)	0,14
LSPV VTI (cm)	27,0 (21,0-34,0)	28,0 (22,0-36,0)	27,0 (21,0-34,0)	0,14
LIPV Darstellbar	753 (72,3%)	210 (73,2%)	543 (71,9%)	0,69
LIPV Maximaler Fluss (cm/s)	48,0 (35,0-60,0)	50,0 (37,0-63,0)	46,0 (34,0-59,0)	<0,05
LIPV Mittlerer Fluss (cm/s)	25,0 (20,0-31,0)	26,0 (21,0-31,0)	25,0 (19,0-31,0)	0,29
LIPV VTI (cm)	16,0 (11,0-22,0)	16,5 (12,0-21,5)	16,0 (10,0-22,0)	0,45
RSPV Darstellbar	779 (74,8%)	221 (77,0%)	558 (73,9%)	0,30

Ergebnisse

RSPV Maximaler Fluss (cm/s)	54,0 (40,0-69,0)	53,0 (41,0-66,5)	54,0 (40,0-69,0)	0,95
RSPV Mittlerer Fluss (cm/s)	27,0 (22,0-35,0)	27,0 (22,0-37,0)	28,0 (22,0-34,0)	0,55
RSPV VTI (cm)	18,0 (11,9-26,0)	18,0 (11,6-26,0)	18,0 (11,9-26,0)	0,82
RIPV Darstellbar	763 (73,2%)	216 (75,3%)	547 (72,5%)	0,36
RIPV Maximaler Fluss (cm/s)	49,0 (38,0-62,0)	49,0 (38,0-61,0)	50,0 (38,0-62,0)	0,67
RIPV Mittlerer Fluss (cm/s)	25,0 (20,0-31,0)	25,0 (20,0-32,0)	25,0 (20,0-31,0)	0,95
RIPV VTI (cm)	17,0 (11,8-22,0)	16,4 (11,0-22,0)	17,8 (12,0-23,0)	0,37
Kein gemeinsames Ostium	991 (95,1%)	263 (91,6%)	728 (96,4%)	<0,01
Gemeinsames Ostium LSPV und LIPV	46 (4,41%)	21 (7,3%)	25 (3,31%)	<0,01

Gemeinsames Ostium RSPV und RIPV	5 (0,48%)	3 (1,05%)	2 (0,26%)	0,10
Zusätzliche PV's	9 (0,86%)	5 (1,74%)	4 (0,53%)	0,06

Tab. 2: Ergebnisse der transösophagealen Echokardiographie: Vorliegen von intrakardialen Thromben, gemessene Flussgeschwindigkeiten in den Pulmonalvenen und anatomische Varianten.

3.1.2.3 *Magnetresonanztomographie*

7,3% (85/1166) der Patienten erhielten eine präinterventionelle Magnetresonanztomographie (MRT) (Frauen 9,7%, Männer 6,4%, OR 1,57 (0,99-2,50), $p=0,05$).

Hierbei wurde bei einem männlichen Patienten (1,18%) eine 80%-ige Stenose der LSPV gefunden. Es wurden keine weiteren Stenosen dokumentiert.

3.1.2.4 *Computertomographie*

Eine Computertomographie (CT) wurde bei 18,7% (218/1166) der Patienten durchgeführt (Frauen 16,6%, Männer 19,5%, OR 0,82 (0,58-1,15), $p=0,25$). Hierbei konnte keine PV-Stenose detektiert werden.

3.2 **Prozedurspezifische Daten**

3.2.1 **Werte der Blutgerinnung vor Katheterablation**

Vor der Katheterablation lag der INR-Wert im Durchschnitt bei 1,2 (1,0-1,5). Bei Frauen und Männern gab es keinen signifikanten Unterschied ($p=0,23$).

Einen INR-Wert von $\geq 2,0$ wiesen 7,7% (82/1062) der Patienten auf (Frauen 6,6%, Männer 8,1%, OR 0,81 (0,47-1,37), $p=0,42$).

Die partielle Thromboplastinzeit (PTT=Partial Thromboplastin Time) in Sekunden (s) betrug durchschnittlich 33,2 (29,0-38,3) s (Frauen 32,0 (29,0-37,0), Männer 33,6 (29,0-39,0), $p=0,25$). Einen PTT-Wert von ≥ 40 s hatten 21,3% (106/498) (Frauen 18,4%, Männer 22,4%, OR 0,78 (0,48-1,28), $p=0,33$) (Tab. 6).

	Total	Frauen	Männer	p-Wert
INR	1,2 (1,0-1,5)	1,2 (1,0-1,5)	1,2 (1,0-1,5)	0,23
INR $\geq 2,0$	7,7% (82/1062)	6,6% (19/286)	8,1% (63/776)	0,42
PTT (s)	33,2 (29,0-38,3)	32,0 (29,0-37,0)	33,6 (29,0-39,0)	0,25
PTT ≥ 40 s	21,3% (106/498)	18,4% (26/141)	22,4% (80/357)	0,33

Tab. 3: Die vor der Katheterablation gemessenen Blutgerinnungswerte INR und PTT.

3.2.2 Dreidimensionales Mapping

Die dreidimensionale Rekonstruktion der kardialen Strukturen (3D-Mapping) mittels nicht-fluoroskopischer Navigationssysteme fand in 63,1% (735/1165) aller Ablationen statt. Es wurden das CARTO[®]-System (Fa. Biosense-Webster), das Ensite-NaVX[®]-System (Fa. St. Jude Medical) und das Navigationssystem Localisa[®] (Fa. Medtronic) verwendet.

Das CARTO[®]-System kam in 53,1% (618/1165) der Fälle zum Einsatz (Frauen 52,8%, Männer 53,1%, OR 0,99 (0,76-1,28), $p=0,92$). Das Ensite-NaVX[®]-System wurde bei 8,5% (99/1165) der Patienten angewendet. Bei Männern wurde dieses mit 9,7%, signifikant häufiger als bei Frauen mit 5,3% benutzt (OR 0,52 (0,30-0,89), $p < 0,05$). In 1,55% (18/1165) der Fälle fand das Navigationssystem LocaLisa[®] Anwendung (Frauen 1,88%, Männer 1,42%, OR 1,33 (0,49-3,56), $p=0,57$). Bei 36,9% (430/1165) der Patienten wurde kein 3D-Mapping eingesetzt (Frauen 40,0%, Männer 35,7%, OR 1,20 (0,92-1,56), $p=0,18$) (Abb. 19).

Die sogenannte „3D-Image-Fusion“, die zur dreidimensionalen Darstellung verschiedene Datensätze miteinander kombiniert, kam bei keinem Patienten zur Anwendung.

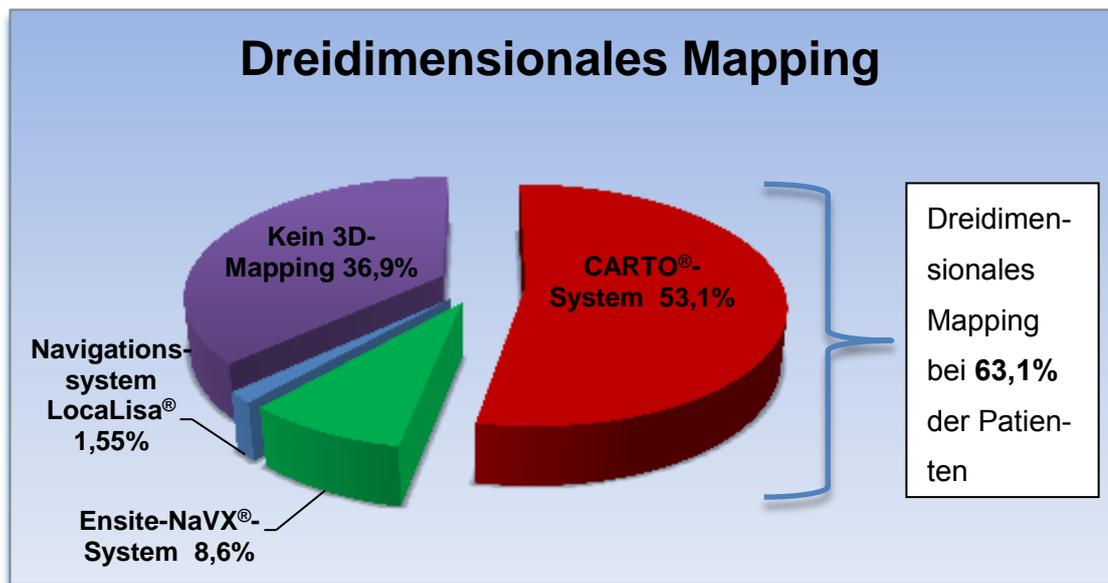


Abb. 19: Dreidimensionale Mappingsysteme zur Rekonstruktion der kardialen Strukturen.

3.2.3 Pulmonalvenenangiographie

Zu Beginn der Katheterablation wurde zur Darstellung der PV mittels Kontrastmittel bei 92,1% (1073/1165) der Patienten eine PV-Angiographie durchgeführt (Frauen 92,8%, Männer 91,8%, OR 1,15 (0,70-1,88), $p=0,58$).

Bei 0,47% (5/1058) der untersuchten Patienten zeigte sich eine Stenose der LSPV (Frauen 0,34%, Männer 0,52%, OR 1,52 (0,17-13,66), $p=0,71$). Es zeigte sich im Durchschnitt eine Stenose von 50,0% (50,0-70,0) (Frauen 35,0 (35,0-35,0), Männer 60,0 (50,0-75,0), $p=0,28$).

Ein männlicher Patient (0,09%, $p=0,54$) wies bei der PV-Angiographie eine Stenose von 30,0% der LIPV auf.

Eine Stenose der RSPV von 30,0% (30,0-40,0) zeigte sich bei 0,28% der Patienten (3/1060) (Frauen 0,0%, Männer 0,39%, $p=0,28$).

0,28% (3/1053) der PV-Angiographien wiesen eine Stenose der RIPV nach (Frauen 0,69%, Männer 0,13%, OR 0,19 (0,02-2,08), $p=0,13$). Die Stenose der RIPV lag bei durchschnittlich 30,0% (30,0-50,0). Bei den Frauen befand sich dieser Wert bei 40,0% (30,0-50,0), bei den Männern bei 30,0% (30,0-30,0) ($p=1,0$).

	Total	Frauen	Männer	P-Wert
PV-Angiographie	92,1% (1073/1065)	92,8% (297/320)	91,8% (776/845)	0,58
Häufigkeit einer LSPV-Stenose	0,47% (N=5)	0,34% (N=1)	0,52% (N=4)	0,71
Ausprägung der	50,0	35,0	60,0	0,28

LSPV-Stenose (%)	(50,0-70,0)	(35,0-35,0)	(50,0-75,0)	
Häufigkeit einer LIPV-Stenose	0,09% (N=1)	0,0% (N=0)	0,09% (N=1)	0,54
Ausprägung der LIPV-Stenose (%)	30,0 (30,0-30,0)	-	30,0 (30,0-30,0)	-
Häufigkeit einer RSPV-Stenose	0,28% (N=3)	0,0% (N=0)	0,39% (N=3)	0,28
Ausprägung der RSPV-Stenose (%)	30,0 (30,0-40,0)	-	30,0 (30,0-40,0)	-
Häufigkeit einer RIPV-Stenose	0,28% (N=3)	0,69% (N=2)	0,13% (N=1)	0,13
Ausprägung der RIPV-Stenose (%)	30,0 (30,0-50,0)	40,0 (30,0-50,0)	30,0 (30,0-30,0)	1,0

Tab. 4: Häufigkeitsverteilung der gefundenen Stenosen in der Pulmonalvenenangiographie.

3.2.4 Ablationsstrategie

Bezüglich der Ablationslokalisierung wurden in 96,7% (1126/1165) der Fälle Pulmonalvenen ablatiert. Es gab keinen signifikanten Unterschied der Häufigkeit der PV-Ablation bei Frauen im Vergleich zu Männern (OR 0,67 (0,34-1,30), p=0,23).

In 40,4% (471/1165) der Ablationen wurde eine atriale Ablation durchgeführt. Auch hier gab es keinen signifikanten Unterschied bei den Geschlechtern (OR 1,03 (0,79-1,34), $p=0,83$).

Eine andere Ablation (nicht PV oder atrial) wurde in 2,40% (28/1165) ausgeführt (Abb. 20). Ein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern war nicht vorhanden (OR 2,02 (0,94-4,32), $p=0,06$).

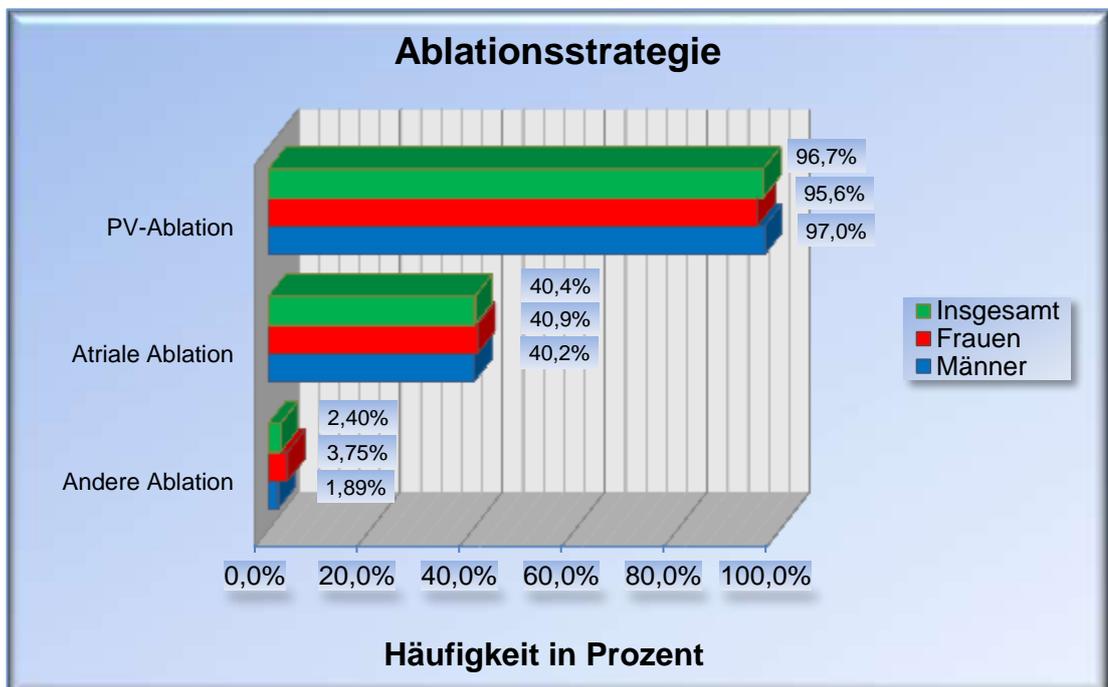


Abb. 20: Häufigkeitsverteilung der unterschiedlichen Ablationsstrategien insgesamt und in Abhängigkeit vom Geschlecht.

3.2.4.1 Pulmonalvenen-Ablation

Eine lineare Einzel-PV-Isolation fand in 4,88% (55/1126), eine lineare Doppel-PV-Isolation in 54,4% (613/1126) der PV-Ablationen Anwendung. Eine zirkumferenzielle PV-Isolation wurde in 7,7% (87/1126), eine segmental os-

tiale PV-Isolation in 36,2% (407/1126) und eine fokale Ablation in 2,58% (29/1126) der Fälle durchgeführt (Abb. 21). Signifikante Unterschiede in der Häufigkeit der genannten PV-Ablationsstrategien gab es in Bezug auf die beiden Geschlechter nicht.

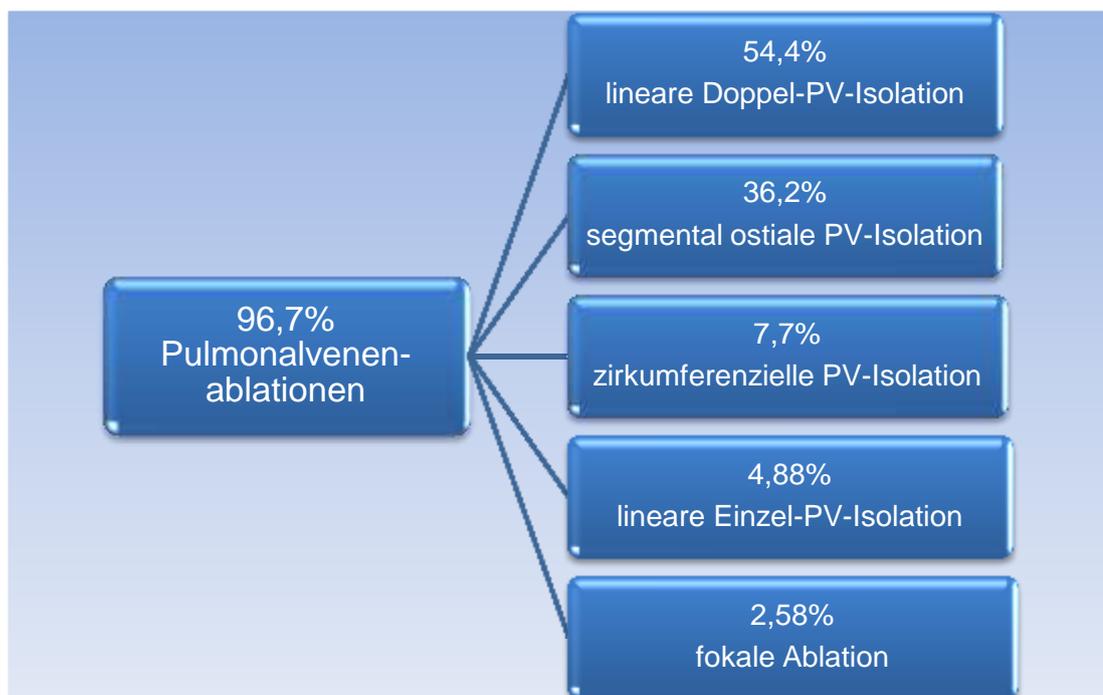


Abb. 21: Die unterschiedlichen verwendeten Techniken der Pulmonalvenenablation in Prozent.

3.2.4.2 Atriale Ablation

Dach-Linien wurden bei 27,8% (131/471) der atrialen Ablationen angelegt. Bei 55,2% (260/471) fand eine Ablation am rechtsatrialen Isthmus, bei 29,7% (140/471) am linksatrialen Isthmus statt. Fokale Ablationen wurden in 36,5% (172/471) durchgeführt. Der Koronarvenensinus (CS) wurde in 14,9% (70/471) der Fälle ablatiert (Abb. 22).

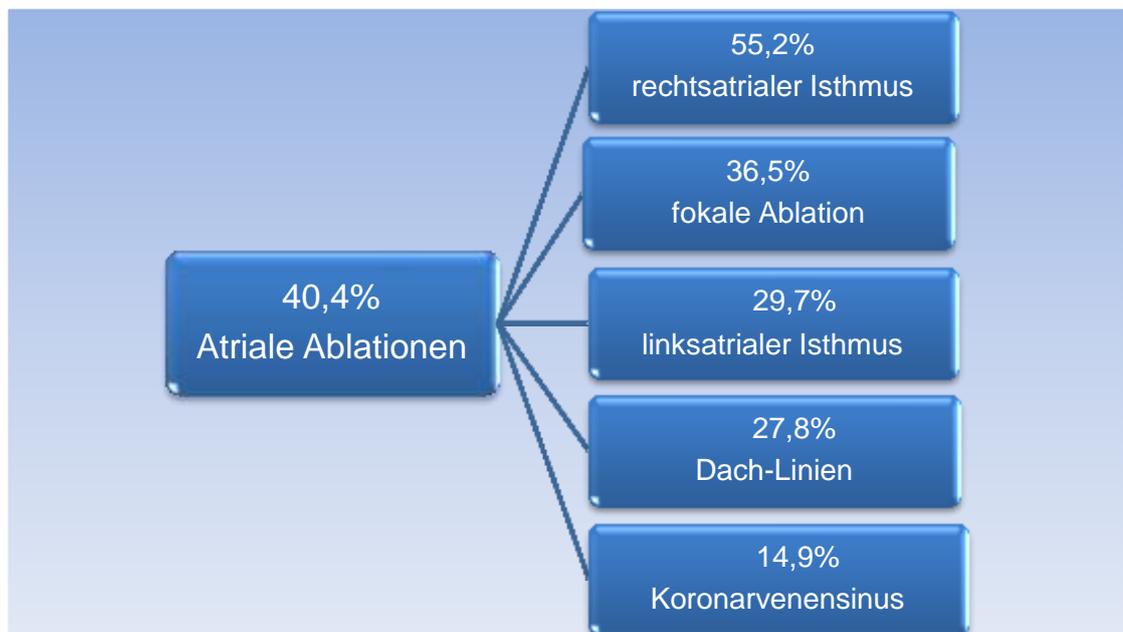


Abb. 22: Spezifische Bereiche der Ablation im Bereich des Atrium, nach ihrer Häufigkeit sortiert.

3.2.5 Energiequellen

Die am häufigsten verwendete Energiequelle war mit 94,4% (1099/1164) die Hochfrequenzstrom-(HF)-Ablationselektrode. Hiervon wurde in 96,8% (1062/1099) eine 4mm große, gekühlte Elektrode verwendet. In 3,0% (33/1099) der Ablationen mit HF wurde eine 4mm große, solide und in 0,18% (2/1099) eine 8mm große, solide Elektrode verwendet (Abb. 24).

Deutlich seltener benutzte, weitere Energiequellen waren Ultraschall- (0,34% (4/1164)) und Kryoenergie (4,04% (47/1164)). Andere, nicht weiter spezifizierte Energieformen, wurden in 1,20% (14/1164) der Katheterablationen verwendet (Abb. 23). Laser- und Mikrowellenenergie kamen nicht zum Einsatz. Auf mehr als eine Energiequelle wurde in 1,03% (12/1164) der Fälle zugegriffen.

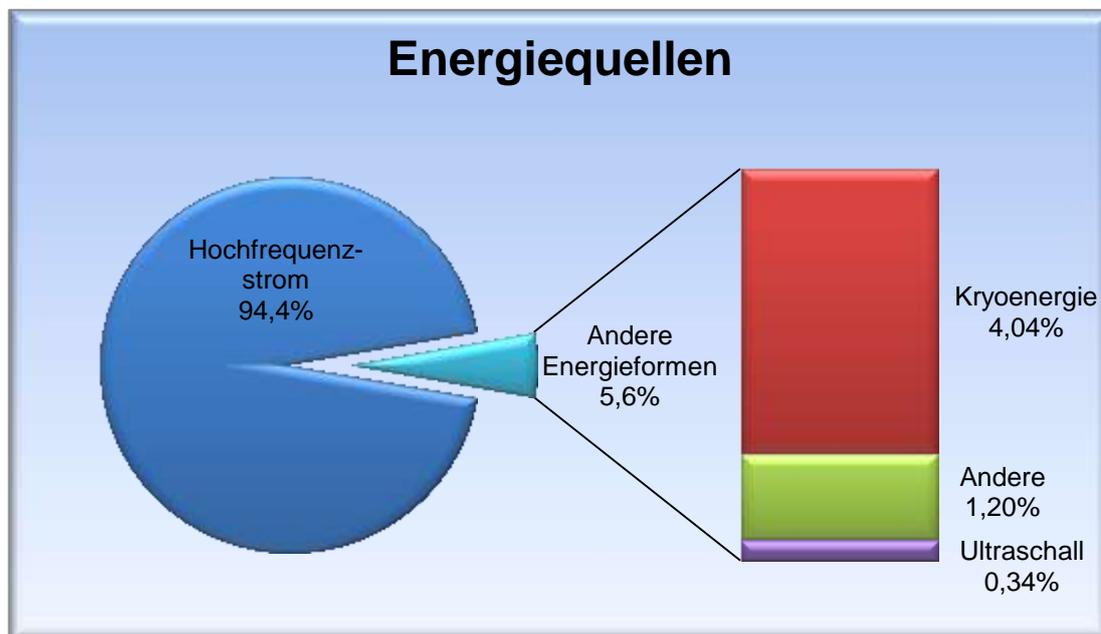


Abb. 23: Häufigkeitsverteilung der verwendeten Energiequellen.

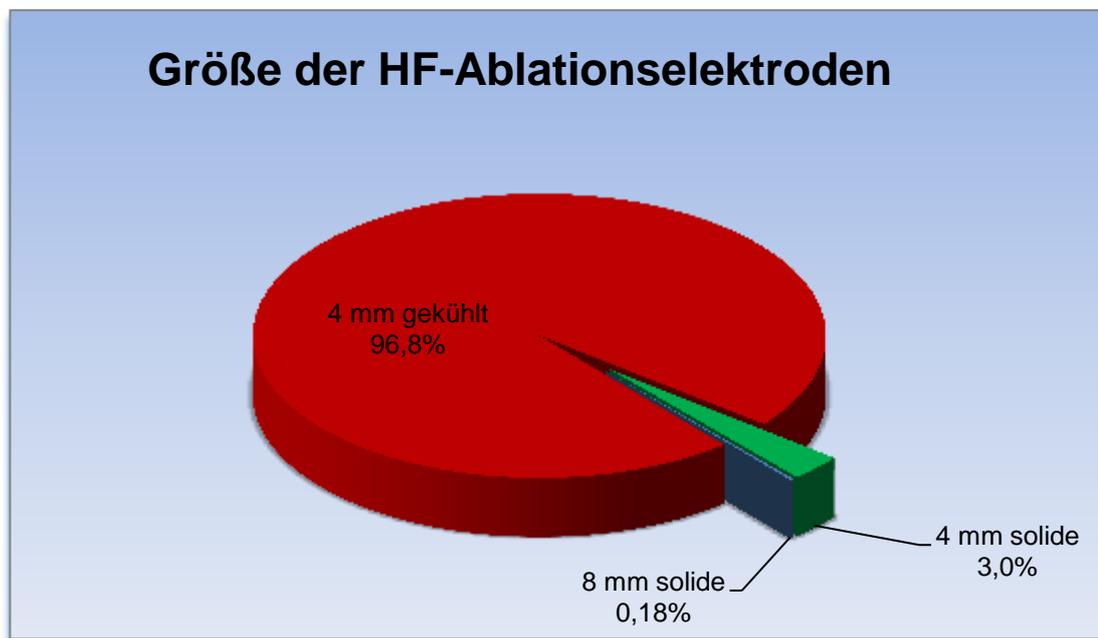


Abb. 24: Größe der verwendeten Hochfrequenzstrom-(HF)-Ablationselektroden in Millimeter.

3.2.6 Weitere Prozedurdaten

Die Gesamtprozedurdauer lag bei durchschnittlich 197,0 (150,0-250,0) (Min.). Sie war bei Frauen mit 187,0 (150,0-240,0) Min. signifikant kürzer als bei Männern mit 200,0 (155,0-255,0) Min. ($p < 0,05$).

Die Gesamtdurchleuchtungsdosis betrug 3487,0 (1257,0-7391,0) cGycm². Auch sie war bei Frauen mit 2572,0 (920,0-4835,0) cGycm² signifikant geringer als bei Männern mit 4127,5 (1457,0-8030,5) cGycm² ($p < 0,0001$). 38,0 (25,0-58,0) Min. betrug die Gesamtdurchleuchtungszeit. Bei Frauen lag sie bei 37,0 (24,0-53,0) Min., bei Männern bei 38,5 (26,0-59,0) Min.. Die Gesamtdurchleuchtungszeit war bei Männern signifikant länger als bei Frauen ($p < 0,05$).

In 34,8% (405/1164) wurde eine elektrische Kardioversion während der Ablation durchgeführt. Bei Männern fand diese mit 37,2% signifikant häufiger als bei Frauen mit 28,5% statt (OR 0,67 (0,51-0,89), $p < 0,01$).

3.2.7 Hauptrhythmus bei Prozedurbeginn

Zu Beginn der Katheterablation wiesen 54,0% (629/1165) der Patienten einen Sinusrhythmus auf (Frauen 58,1%, Männer 52,4%, OR 1,26 (0,97-1,63), $p = 0,08$).

41,7% (486/1165) waren im VHF (Frauen 37,8%, Männer 43,2%, OR 0,80 (0,61-1,04), $p = 0,10$).

VHF1a hatten 2,66% (31/1165) (Frauen 2,19%, Männer 2,84%, OR 0,77 (0,33-1,79), $p = 0,54$).

Ein Schrittmacherrhythmus zeigte sich bei 0,77% (9/1165) (Frauen 1,25 %, Männer 0,59%, OR 2,13 (0,57-7,97), $p = 0,25$).

Einen anderen, nicht weiter bezeichneten Herzrhythmus, hatten 0,86% (10/1165) (Frauen 0,63%, Männer 0,95%, OR 0,66 (0,14-3,12), $p=0,60$) (Abb. 25).

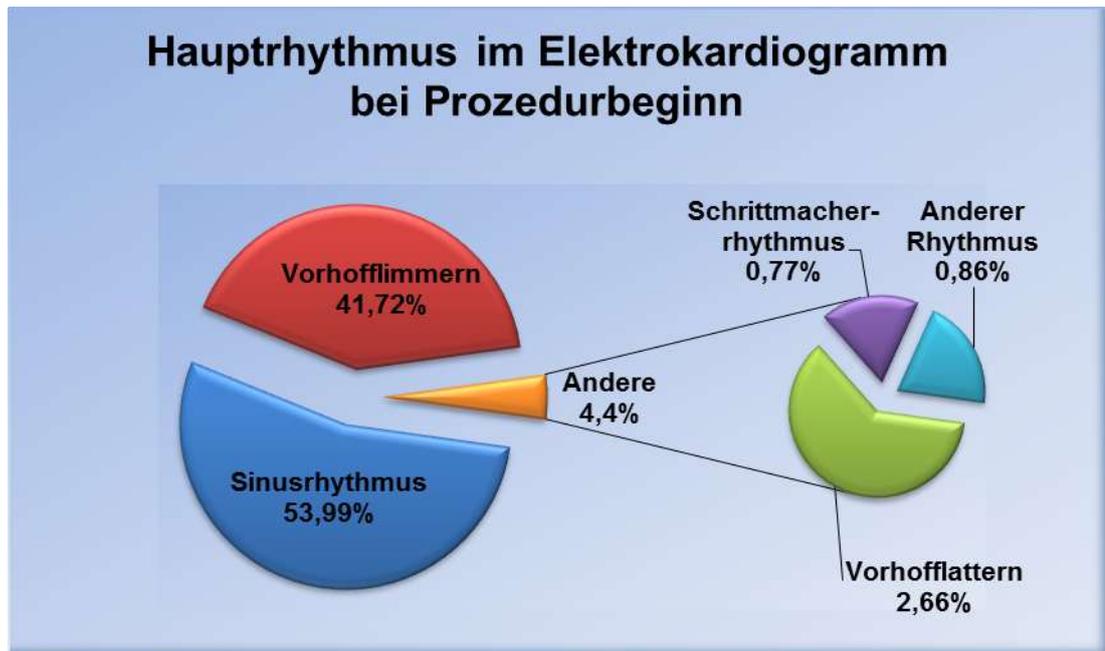


Abb. 25: Hauptrhythmus bei Prozedurbeginn: Sinusrhythmus, Vorhofflimmern, Vorhofflattern, Schrittmacherrhythmus und anderer, nicht weiter bezeichneter Rhythmus.

3.2.8 Hauptrhythmus während der Ablation

Hauptrhythmus während der Ablation war in 53,7% (625/1164) der Fälle der Sinusrhythmus.

VHF fand sich bei 39,4% (459/1164), VHFla bei 2,84% (33/1164).

Einen Schrittmacherrhythmus wiesen 0,17% (2/1164), Stimulation über den CS (CS-Pacing) 2,41% (28/1164) und eine atriale Tachykardie 0,0% (0/1164) der Patienten auf.

Bei 1,46% (17/1164) zeigte sich ein anderer, nicht näher bezeichneter Herzrhythmus während der Katheterablation (Abb. 26). Es konnte bei den Geschlechtern hinsichtlich des Hauptrhythmus während der Ablation kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

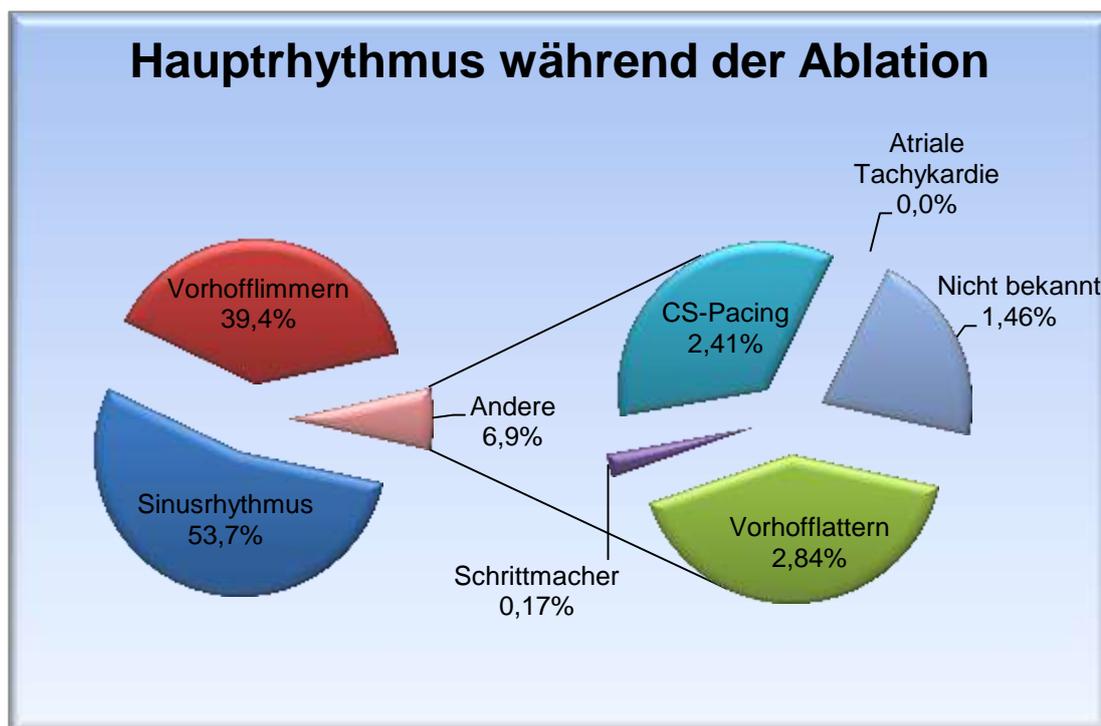


Abb. 26: Hauptrhythmus der Patienten während der Katheterablation.

3.2.9 Hauptrhythmus nach der Ablation

97,7% (1137/1164) der Patienten waren direkt nach der Ablation im Sinusrhythmus.

1,46% (17/1164) befanden sich im VHF, 0,09% (1/1164) waren im VHFIIa.

0,34% (4/1164) hatten einen Schrittmacherrhythmus. 0,26% (3/1164) wiesen eine atriale Tachykardie und 0,09% (1/1164) ein CS-Pacing auf. 0,09%

(1/1164) der Patienten hatten einen anderen, nicht weiter konkretisierten Herzrhythmus nach der Ablation (Abb. 27). Ein signifikanter Unterschied konnte bei den Geschlechtern bezüglich des Hauptrhythmus nach der Ablation nicht festgestellt werden.

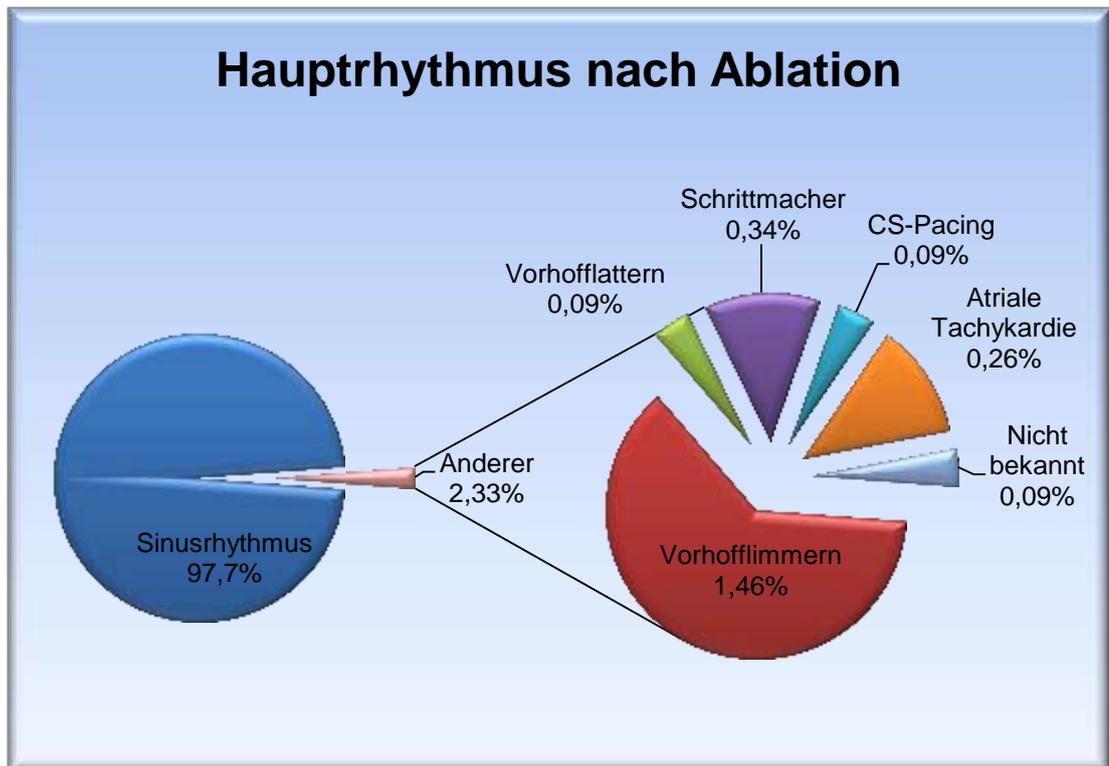


Abb. 27: Dokumentierter Hauptrhythmus der Patienten nach der Katheterablation.

3.2.10 Akutkomplikationen nach Ablation während des stationären Aufenthaltes

Die Gesamtkomplikationsrate während des stationären Aufenthaltes nach der Katheterablation betrug 3,05% (35/1164). Der Perikarderguss hatte hierbei einen bedeutenden Anteil. Zerebrovaskuläre Komplikationen (TIA, PRIND,

Schlaganfall und ICB) waren weitere Komplikationen. Hiervon gesondert wurde die thrombembolische Komplikation, periphere Embolie, erfasst. Die Blutung war ein zusätzlicher Parameter. Bei den vaskulären Komplikationen wurden die Pulmonalvenenstenose und die atrioösophageale Fistel voneinander differenziert. Zudem wurden die Synkope, die akute Herzinsuffizienz und der letale Ausgang dokumentiert (Abb. 28).

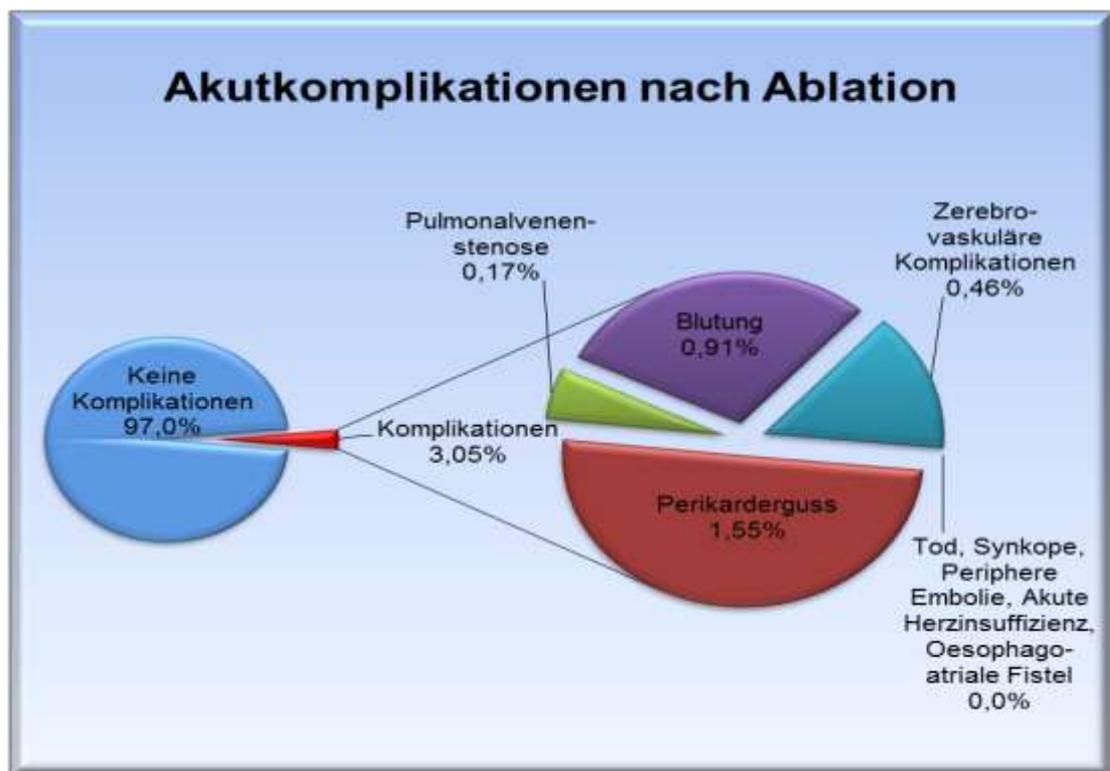


Abb. 28: Aufgetretene Akutkomplikationen nach der Katheterablation bei Vorhofflimmern in Prozent.

3.2.10.1 Perikarderguss

Die am häufigsten aufgetretene Akutkomplikation war der Perikarderguss. Bei 1,55% (18/1164) der abladierten Patienten wurde dieser nach der Ablation nachgewiesen. Ein signifikanter Unterschied zwischen Frauen und Männern konnte nicht festgestellt werden (Frauen 1,57%, Männer 1,54%, OR 1,02 (0,36-2,88), $p=0,97$).

3.2.10.2 Zerebrovaskuläre Komplikationen

Zerebrovaskuläre Komplikationen hatten 0,46% (5/1098) der Patienten. Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen Frauen und Männern (Frauen 1,0%, Männer 0,25%, OR 4,0 (0,67-24,07), $p=0,10$).

3.2.10.3 Blutung

Blutungen, Blutergüsse oder Nachblutungen an der Punktionsstelle wurden bei 0,91% (10/1098) der Patienten nach der Ablation festgestellt. Hierbei konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern konstatiert werden (Frauen 2,33%, Männer 0,38%, OR 6,30 (1,62-24,53), $p<0,01$).

3.2.10.4 Vaskuläre Komplikationen

Eine Pulmonalvenenstenose fand sich bei 0,17% (2/1164) der Patienten (Frauen 0,0%, Männer 0,24% (2/845), $p=0,38$). Bei den beiden Pulmonalvenenstenosen handelte es sich jeweils um eine 20%-ige Stenose der RSPV und eine 30%-ige Stenose der RIPV.

Eine atrioösophageale Fistel trat bei keinen der abladierten Patienten auf. Ebenso trat keine periphere Embolie während des stationären Aufenthaltes nach dem Eingriff auf.

3.2.10.5 Synkope, akute Herzinsuffizienz, Tod

Eine Synkope oder eine akute Herzinsuffizienz traten während des stationären Aufenthaltes nach der Ablation nicht auf.

Ein akut letaler Ausgang war erfreulicherweise ebenfalls nicht zu verzeichnen (Abb. 28).

3.2.11 Sonstige Komplikationen während des stationären Aufenthaltes nach Ablation

Während des stationären Aufenthaltes trat das VHF nach der Katheterablation bei 6,7% (73/1098) der Patienten erneut auf. Es gab hierbei keine signifikanten Unterschiede bei den Geschlechtern (Frauen 7,3%, Männer 6,4%, OR 1,15 (0,69-1,94), $p=0,59$).

VHFla wurde bei 0,82% (9/1098) der Patienten noch während des stationären Aufenthaltes nach der Ablation festgestellt (Frauen 0,66%, Männer 0,88%, OR 0,75 (0,16-3,65), $p=0,73$).

Weitere Arrhythmien wurden nach der Intervention nicht beobachtet.

Eine vermutete extrakardiale medikamentöse Nebenwirkung fand sich bei 1,91% (21/1098) (Frauen 1,66%, Männer 2,01%, OR 0,82 (0,30-2,27), $p=0,71$) (Abb. 29).

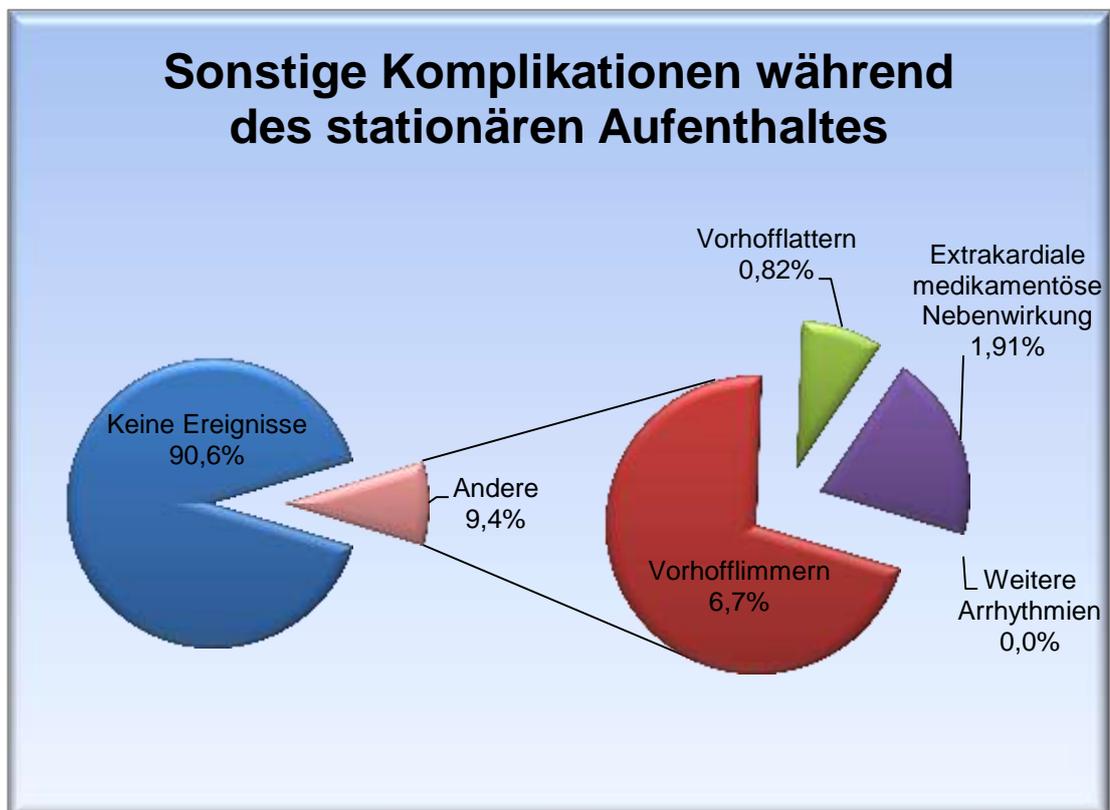


Abb. 29: Sonstige Komplikationen während des stationären Aufenthaltes nach der Ablation in Prozent.

4 Diskussion

Das angestrebte Ziel des Vorhofflimmerablationsregisters war die umfassende Dokumentation relevanter Parameter sowohl während der Ablation als auch periprozedural. Mit Hilfe eines webbasierten Dokumentationssystems wurden prospektiv und multizentrisch, deutschlandweit 1168 Patienten in 15 Zentren eingeschlossen. So konnten im Rahmen der vorliegenden Arbeit valide, repräsentative Aussagen zum aktuellen Prozedere der Katheterablation bei VHF in Deutschland gemacht werden. Besonders wichtig war es, die Akuteffektivität des Eingriffes sowie die akut auftretenden Komplikationen zu beurteilen. Es wurde gezeigt, dass die zwischen 2006 und 2007 erfolgten Katheterablationen bei VHF, bei einer akuten Gesamtkomplikationsrate von nur 3,05%, effektiv und sicher waren. Die häufigsten Komplikationen waren der Perikarderguss, Blutungskomplikationen, zerebrovaskuläre Komplikationen und vaskuläre Stenosen. Eine atrioösophageale Fistel, eine periphere Embolie, eine Synkope oder eine akute Herzinsuffizienz traten nicht auf. Es verstarb kein Patient akut im Rahmen der Katheterablation.

4.1 Patientencharakteristika

4.1.1 Geschlechterverteilung und Alter der Patienten

Mehr als zwei Drittel der in das VHF-Ablationsregister aufgenommenen Patienten waren Männer. Dieser auffällige Befund lässt sich zum Teil durch die höhere Prävalenz von VHF bei Männern erklären. Männer haben ein 1,5-fach höheres Risiko als Frauen an VHF zu erkranken (Benjamin et al., 1994, Go et al., 2001).

Allerdings erklärt die unterschiedliche Prävalenz des VHF bei den Geschlechtern nicht vollständig die signifikant größere Anzahl an dokumentierten männlichen Patienten. Das häufigere Auftreten von Komorbiditäten, insbesondere kardiovaskulär relevanter Erkrankungen, ist wahrscheinlich zudem ein Grund für die häufigere Indikationsstellung zur Ablation bei Männern. Auch in anderen Studien zur Katheterablation bei VHF finden sich höhere Anteile an männlichen Patienten (Cappato et al., 2005, Cappato et al., 2010, Patel et al., 2010, Bertaglia et al., 2007, Van Herendael et al., 2011, Kannel und Benjamin, 2008). In einer aktuellen Studie von Patel et al. wurden fünfmal so viele Männer wie Frauen bei VHF ablatiert. Möglicherweise auch dadurch bedingt, dass die Erfolgswahrscheinlichkeit einer Ablation bei VHF bei Männern größer als bei Frauen zu sein scheint (Patel et al., 2010). In der Studie von Patel et al. waren Katheterablationen bei VHF bei Frauen häufiger nicht erfolgreich als bei Männern. Dies beruht in der genannten Studie möglicherweise auf einer höheren Prävalenz nicht-antraler Foki und längerer VHF-Vorgeschichte bei Frauen. Die Indikation zur Ablation wird bei Frauen später als bei Männern gestellt (Patel et al., 2010). Hierzu passt, dass Frauen im vorliegenden VHF-Ablationsregister signifikant älter waren als Männer. Frauen waren auch in der vorliegenden Studie, wie unter „klinische Symptomatik der Patienten vor Ablation“ dargestellt, immer symptomatischer als Männer.

4.1.2 Verteilung der Vorhofflimmertypen

Die Mehrheit der Patienten der vorliegenden Studie (62,6%) wurden bei PAF ablatiert. Diese Zahl ist äquivalent zu der Prävalenz von PAF bei Patienten mit VHF. Eine aktuell veröffentlichte Studie über Patienten aus Polen mit kürzlich diagnostiziertem VHF gibt eine Prävalenz von 57,9% bei PAF an (Vierron et al., 2009). Persistierendes und permanentes VHF treten bei unge-

fähr 38,0 - 42.1% der Patienten auf (Dorian et al., 2009, Bonhorst et al., 2010). In der vorliegenden Studie wurden insgesamt 28,7% der Patienten bei persistierendem VHF ablatiert. Immerhin 8,5% der Patienten des VHF-Ablationsregisters wurden bei permanentem VHF ablatiert, obwohl eine solche Ablation deutlich komplexer als eine Ablation bei PAF ist. Die Nachbeobachtungszeit einer Ablation bei persistierendem und permanentem VHF ist zudem bisher limitiert, die zu erwartenden Komplikationen größer und ein erneuter Eingriff häufiger notwendig (Lu et al., 2009, Willems et al., 2006, Haeusler et al., 2010, Hunter und Schilling, 2010). Besonders bei bestehenden relevanten Komorbiditäten wie der Herzinsuffizienz, ist bei einer Ablation in diesem Zusammenhang Vorsicht geboten (Willems et al., 2008). Vor wenigen Jahren noch wurden daher nur Patienten mit PAF ablatiert. Die vorliegenden Zahlen verdeutlichen den diesbezüglichen Fortschritt mit der Möglichkeit auch immer komplexere VHF-Typen mit Hilfe der Katheterablation zu therapieren.

4.1.3 Klinische Symptomatik der Patienten vor Ablation

Es zeigte sich, dass mit 78,8% die meisten der untersuchten Patienten vor der Ablation an mit VHF assoziierten Symptomen litten. Normalerweise sahen diese auch einen Zusammenhang mit ihrer Rhythmusstörung. Am häufigsten wurden Palpitationen, gefolgt von allgemeiner körperlicher Schwäche, Dyspnoe, Schwindel und Thoraxschmerzen angegeben. In einer Studie an Patienten mit PAF von Levy et al. wurden die Palpitationen mit 79% ebenfalls als häufigstes Symptom genannt (Levy et al., 1999). Hiernach folgten in der zitierten Studie die Dyspnoe, der Schwindel/Synkopen, Thoraxschmerzen und die allgemeine körperliche Schwäche. Im Gegensatz dazu gibt die STAF-Studie (Strategies of Treatment of Atrial Fibrillation) die Dyspnoe mit 60% als dominierendes Symptom bei VHF-Patienten an, gefolgt von Palpita-

tionen mit 51%. Die weiteren Symptome wurden in der STAF-Studie deutlich seltener genannt. In der STAF-Studie ist allerdings das Patientenkollektiv (N=200) relativ klein (Carlsson et al., 2003). Auch handelt es sich in der genannten Studie ausschließlich um Patienten, die noch konservativ medikamentös behandelbar waren. Bei der Interpretation von VHF-assoziierten Symptomen ist zu bedenken, wie mehrere Studien belegen, dass subjektive Symptome häufig nicht konkordant mit realen arrhythmischen Episoden sind (Atarashi et al., 2008, Klemm et al., 2006). So bleiben arrhythmische Phasen in bis zu 49,5% der Fälle asymptomatisch (Disertori et al., 2011). Umgekehrt werden von Patienten oftmals Symptome angegeben während im EKG keine Auffälligkeiten zu finden sind.

4.1.4 Frühere Ablationen

Knapp ein Drittel der in das VHF-Ablationsregister aufgenommenen Patienten wurde bereits mindestens einmal katheterinterventionell ablatiert. Auch bei diesen Eingriffen wurde meistens eine PV-Isolation, wie bei VHF üblich, durchgeführt. In über der Hälfte der stattgehabten Ablationen waren aber auch andere Herzrhythmusstörungen behandelt worden. Es ist anzunehmen, dass durch den bereits stattgehabten Eingriff die Erfolgswahrscheinlichkeit der erneuten Ablation größer ist. In diesem Zusammenhang wäre eine weitergehende Untersuchung des Einflusses bereits stattgehabter Ablationen auf die Langzeiteffektivität bei erneuter Ablation interessant.

4.1.5 Diagnostik vor der Ablation

4.1.5.1 Transthorakale und Transösophageale Echokardiographie- wichtige präprozedurale Diagnostik

Diagnostisch wurde kurz vor der Ablation bei über einem Drittel der Patienten eine TTE zur spezifischeren Beurteilung der klinischen Situation der Patienten durchgeführt. Es konnte in der vorliegenden Studie gezeigt werden, dass bei fast einem Fünftel (18,3%) der untersuchten Patienten ein Herzklappenfehler vorlag. Somit treten Vitien bei Patienten mit VHF deutlich häufiger als bei der Normalbevölkerung auf. Diese weist in der Literatur bei Herzklappenfehlern eine Prävalenz von 2,5% auf (Mutlak et al., 2011). Ein Perikarderguss fand sich mit 3,2% überraschend häufig bei der TTE vor der Katheterablation. Mögliche Ursachen sind unter anderem vorangegangene Ablationen, Perikarditis, eine vorher nicht bekannte Neoplasie, ein Trauma oder eine idiopathische Genese (Sagrista-Sauleda et al., 2011, Kaur et al., 2011, Refaat und Katz, 2011).

Die meisten Patienten (89,4%) erhielten vor der Katheterablation eine TEE zum Ausschluss intrakardialer Thromben. Das Auftreten eines zerebrovaskulären Ereignisses durch die Ablation sollte hiermit vermieden werden. Es wurden bei 0,38% der Patienten intrakardiale Thromben gefunden. Dieses Ergebnis unterstreicht die Wichtigkeit der TEE vor dem Eingriff, um unnötige schwerwiegende Komplikationen zu verhindern (Dinh et al., 2011, Thamilarasan und Klein, 2000). Aufgrund der gefundenen Thromben stellt sich die Frage, ob in Zukunft nicht bei allen Patienten standardmäßig vor jeder Ablation eine TEE gefordert werden sollte. Interessant ist zudem der Befund, dass als anatomische Variante bei 4,41% der Patienten ein gemeinsames Ostium von LSPV und LIPV nachgewiesen werden konnte. Bei Frauen wurde dieses signifikant häufiger als bei Männern dokumentiert. Lickfett et al. geben sogar an, dass diese Normvariante in 10-15% der Fälle auftritt

(Lickfett et al., 2007). Ein gemeinsames Ostium der RSPV und RIPV fand sich bei 0,48% der Patienten. Einen signifikanten Unterschied bei den Geschlechtern gab es bei dieser Normvariante nicht. Das Auftreten eines solchen Ostiums ist in der Literatur umstritten. Lickfett et al. konnten diese Variante weder bei der Pulmonalvenen-Angiographie im Rahmen der VHF-Ablation noch bei präprozedural durchgeführten MRT- oder CT- Untersuchungen dokumentieren. Die Ergebnisse unterstreichen die Wichtigkeit adäquater Diagnostik zur individuellen Vorbereitung auf den Eingriff und Einschätzung der Risiken vor der Ablation.

4.1.5.2 Signifikanz von Magnetresonanztomographie und Computertomographie vor Ablation

Die Kenntnis der PV-Anatomie ist für eine effiziente und sichere Ablationstherapie des VHF notwendig. Sie kann die Ablationsstrategie entscheidend beeinflussen (Mansour et al., 2004). So konnte durch die MRT, die bei 7,3% der Patienten durchgeführt wurde, bei einem Patienten (1,18%), eine 80%-ige Stenose der LSPV festgestellt werden. Die bei 18,7% der Patienten angefertigte CT zeigte keine Stenose der PV. Eine MRT- oder CT-Diagnostik ist auch eine Kostenfrage, beziehungsweise im Fall der Anfertigung einer CT auch eine Frage der Strahlenbelastung. In wieweit diese Diagnostik bei einem Patienten letztlich wirklich notwendig ist, muss daher durch den behandelnden Kardiologen entschieden werden. Auch dies ist Gegenstand aktueller Studien (Rajiah und Kanne, 2010).

4.2 Prozedurspezifische Daten

4.2.1 Werte der Blutgerinnung vor Katheterablation

Vor dem Eingriff lag der durchschnittliche INR-Wert bei den Patienten der vorliegenden Studie bei 1,2. Da dieser Wert nicht mehr im therapeutischen Bereich (INR 2,0-3,0) liegt kann davon ausgegangen werden, dass bei den meisten Patienten die Gabe von oAK pausiert wurde. Zur Überbrückung wird normalerweise periinterventionell fraktioniertes oder unfraktioniertes Heparin verabreicht (Hussein et al., 2009). Aktuelle Studien zeigen jedoch, dass die Fortführung der Antikoagulation das Schlaganfallrisiko senkt, ohne das Blutungsrisiko zu erhöhen (Di Biase et al., 2010, Hussein et al., 2009). Daher sollte diese Strategie in Zukunft möglicherweise revidiert werden.

4.2.2 Dreidimensionales Mapping zur Rekonstruktion kardialer Strukturen

Bei fast zwei Drittel der Patienten wurde ein dreidimensionales Mapping-System angewendet um die kardialen Strukturen zu rekonstruieren. Der Vorteil des dreidimensionalen Mappings liegt in der Reduktion der Strahlenbelastung und der erleichterten Identifizierung kritischer Substrate während der Ablation. Hierdurch soll auch die Sicherheit und der Langzeiterfolg verbessert werden (Lo und Chen, 2010). Es konnte gezeigt werden, dass in mehr als der Hälfte der Fälle das CARTO[®]-System Anwendung fand und damit das am häufigsten verwendete Mapping-System ist. Deutlich seltener wurde das Ensite-NaVX[®]-System und das Navigationssystem LocaLisa[®] angewendet, welches mittlerweile nicht mehr erhältlich ist. Immerhin wurde in knapp über einem Drittel der Fälle kein dreidimensionales Mappingverfahren dokumentiert.

4.2.3 Angiographie der Pulmonalvenen versus Magnet- und Computertomographie

Es konnte nachgewiesen werden, dass mit 92,1% in den meisten Fällen eine PV-Angiographie durchgeführt wurde. Eine Stenose einer PV konnte hierdurch in 1,12% der Untersuchungen dargestellt werden. Bei der viel seltener durchgeführten Magnet- und Computertomographie konnte mit 1,18% ein ähnlicher Prozentsatz an Stenosen gefunden werden. Die genannten Untersuchungen vor der Ablation als auch die PV-Angiographie zu Beginn des Eingriffes haben sicherlich jeweils ihre Vorteile. Die Magnet- und Computertomographie erlauben das bessere Verständnis der individuellen Anatomie und hierdurch eine optimiertere Vorbereitung auf den Eingriff (Kistler et al., 2006, Pappone et al., 1999, Richmond et al., 2008). Die PV-Angiographie dagegen, kann ergänzende zweidimensionale Informationen unmittelbar vor der Ablation liefern (Vasamreddy et al., 2004). Die PV-Angiographie bedeutet allerdings auch eine Strahlenbelastung für den Patienten und den Untersucher. Eine kleine aktuelle Studie an 20 Patienten konnte zeigen, dass eine komplett strahlenfreie Ablation bei PAF möglich ist. Hierbei wurde eine Kombination von intrakardialer Echokardiographie und elektroanatomischem Mapping angewendet (Reddy et al., 2010).

4.2.4 Pulmonalvenenablation versus atriale Ablation

Die vorliegenden Daten zeigen, dass mit 96,7% der Eingriffe fast immer eine Ablation der PV stattfand. Dieser Befund stützt die Aussagen von Haïssaguerre, wonach normalerweise ektope Trigger im Bereich der PV Verursacher des VHF sind (Haïssaguerre et al., 2000, Yamane et al., 2002). Eine atriale Ablation wurde bei 40,4% der Patienten durchgeführt. Dieses Ergebnis untermauert, dass tatsächlich ein erheblicher Teil ektoper Foki auch außerhalb

der PV-Areale anzutreffen ist (Di Biase et al., 2010, Nademanee et al., 2010, Pak et al., 2006, Brooks et al., 2010).

4.2.5 Ablationsenergiequelle

Die Auswertung der vorliegenden Studie zeigt, dass im Normalfall eine 4mm große HF-Ablationselektrode verwendet wurde. Kryo- und Ultraschallenergie fanden nur selten Anwendung. Nicht verwendet wurden die Laser- und Mikrowellenenergie. Einige Studien geben Hinweise auf ein günstiges Komplikationsrisikoprofil der Kryoenergie, so dass möglicherweise in Zukunft mit einer Zunahme des Einsatzes dieser Energiequelle zu rechnen ist (Klein et al., 2008, Van Belle et al., 2008, Foldesi et al., 2008, Guize et al., 2004). Die leichtere Prozedurtechnik ermöglicht ein schnelleres Erlernen (Kozluk et al. 2010). Bei der Anwendung von Kryoenergie sind sowohl PV-Stenosen als auch Ösophagusläsionen nicht zu erwarten (Avitall et al., 2003, Foldesi et al., 2008). In der Studie von Chierchia et al. finden sich keine signifikanten Unterschiede beim Vergleich der Verwendung von Kryoenergie zur Hochfrequenzstromenergie hinsichtlich des Auftretens eines Perikardergusses (Chierchia et al. 2010, Van Belle et al. 2008). Aktuell gibt es jedoch nur wenige Studien mit kleinen Fallzahlen zur Effektivität, bei bisher nicht vorliegenden Langzeitergebnissen (Klein et al. 2008b, Kuhne et al. 2010). Da die Kryoablation eine limitierte Effektivität bei CAF besitzt, ist eine Kombination aus herkömmlicher Katheterablation und Kryoablation für die Zukunft denkbar. Erfolge hierzu konnten in einer amerikanischen Pilotstudie präsentiert werden (Mansour et al. 2010).

4.2.6 Komplexität der Ablation bei Männern im Vergleich zur Ablation bei Frauen

Aus den ausgewerteten Prozedurdaten lässt sich schlussfolgern, dass die durchgeführten Ablationen bei Männern komplexer waren als bei Frauen. Die Gesamtprozedurdauer war bei Männern signifikant länger als bei Frauen. Auch die Gesamtdurchleuchtungszeit sowie die Gesamtdurchleuchtungsdosis waren bei Männern signifikant länger beziehungsweise größer als bei Frauen. Ebenso musste bei Männern signifikant häufiger als bei Frauen eine Kardioversion während der Katheterablation durchgeführt werden. Im Gegensatz hierzu zeigte die Studie von Patel et al., dass die Ablation bei Frauen im Vergleich zu Männern komplizierter ist, da sich bei ihnen häufiger ektope Foki außerhalb des Antrums fänden (Patel et al., 2010). Weiterhin seien die Ablationen bei Frauen seltener erfolgreich und Frauen würden eine längere Vorhofflimmeranamnese als Männer haben, da sie tendenziell später ablatiert würden. Diese Unterschiede zur vorliegenden Studie, lassen sich jedoch möglicherweise durch die unterschiedliche Patientenpopulation erklären. In der Studie von Patel et al. hatten Frauen signifikant seltener PAF und häufiger persistierendes VHF als Männer. Im Vorhofflimmerablationsregister hingegen, wiesen Frauen signifikant häufiger als Männer ein PAF auf.

4.2.7 Hauptrhythmus bei Prozedurbeginn im Vergleich zum Hauptrhythmus während der Transthorakalen Echokardiographie

Zu Beginn der Prozedur wurde der Hauptrhythmus der Patienten im EKG dokumentiert. In 54,0% (629/1165) der Fälle lag ein Sinusrhythmus vor, zu 41,7% (486/1165) fand sich ein VHF. Ein Schrittmacherrhythmus, VHF1a oder ein anderweitiger Rhythmus waren sehr selten. Diese Zahlen entsprechen

dem während der TEE festgehaltenen Hauptrhythmus und sind insofern kohärent. Die vorliegenden erhobenen Daten lassen den Schluss zu, dass sich auch einige Patienten mit PAF zur Zeit der EKG-Aufzeichnung im VHF befunden haben müssen.

4.2.8 Hauptrhythmus während der Ablation im Vergleich zum Hauptrhythmus bei Prozedurbeginn

Der vorwiegende Herzrhythmus während dem Eingriff entsprach dem Hauptrhythmus der Patienten bei Prozedurbeginn. So zeigten 53,7% (625/1164) der Patienten während der Ablation vorwiegend einen Sinusrhythmus, im Vergleich zu 54,0% (629/1165) vor der Ablation. VHF fand sich während dem Eingriff zu 39,4% (459/1164) im Vergleich zu 41,7% (486/1165) vor der Intervention. Auch ein VHF1a (2,84% (33/1164) vs. 2,66% (31/1165)) und einen Schrittmacherrhythmus (0,17% (2/1164) vs. 0,77% (9/1165)) fanden sich während der Ablation ungefähr so häufig wie vor der Ablation. Zusätzlich fand sich ablationsspezifisch ein CS-Pacing zu 2,41% (28/1164) während dem Eingriff. Mit 1,46% (17/1164) zeigte sich ein anderer, nicht näher bezeichneter Herzrhythmus während der Katheterablation etwas häufiger als bei Prozedurbeginn (0,86% (10/1165)). Diese Zahlen zeigen, dass der bei Beginn des Eingriffes registrierte Hauptrhythmus bei den meisten Patienten so stabil war, dass er auch bei technischer Manipulation zunächst persistierte. Erst gegen Ende der Eingriffe fand sich in den meisten Fällen ein Sinusrhythmus.

4.2.9 Akutkomplikationen

Die akute Gesamtkomplikationsrate war im Vorhofflimmerablationsregister mit 3,05% (35/1164) niedriger als bei anderen großen vergleichbaren Studien. So fanden sich in der Studie von Bertaglia et al. 3,9% und in der ersten

großen VHF-Erhebung von Cappato et al. 5,9% Komplikationen (Bertaglia et al., 2007, Cappato et al., 2005).

4.2.9.1 Auftreten eines Perikardergusses im Vergleich mit anderen Studien

Die häufigste Akutkomplikation war der Perikarderguss mit 1,55% (18/1164), wobei zwischen den Geschlechtern kein signifikanter Unterschied zu finden war. In der Literatur wird der Perikarderguss als spezifische Komplikation nach dem Kathetereingriff bei VHF mit einer Häufigkeit von bis zu 16% angegeben (Chierchia et al., 2010). Ein Perikarderguss verläuft normalerweise mild und asymptomatisch. Möglicherweise ist er auch deswegen in der vorliegenden Studie nicht so häufig diagnostiziert worden. Gewöhnlich hat der Perikarderguss einen unkomplizierten klinischen Verlauf. Die Notwendigkeit einer verlängerten Hospitalisierung ist selten. Daher wurde diese Komplikation zu den geringgradigen Komplikationen gezählt.

4.2.9.2 Zerebrovaskuläre Komplikationen im Vergleich mit anderen Studien

Zerebrovaskuläre Komplikationen traten bei 0,46% (5/1098) der Patienten des Vorhofflimmerablationsregisters auf. Hierzu wurden in der vorliegenden Studie die TIA, das PRIND, der Schlaganfall und die ICB zusammengefasst. Dieser Prozentsatz korreliert mit den Ergebnissen anderer aktueller Studien (Tab. 8). Takahashi et al. berichten in ihrer Studie mit 1600 Patienten über das Auftreten eines Schlaganfalles in 0,25% der Fälle (Takahashi et al., 2009). Cappato et al. geben in ihrer weltweiten Untersuchung mit 8745 Patienten einen Prozentsatz von 0,94% beim Auftreten der zerebrovaskulären Komplikationen Schlaganfall (0,28%) und TIA (0,66%) an (Cappato et al.,

2005). In einer späteren Erhebung von Cappato et al. mit 32569 Patienten wird die Komplikationsrate eines Apoplex mit 0,18% beziffert (Cappato et al., 2009).

4.2.9.3 Auftreten einer Blutung im Vergleich mit anderen Studien

Eine Blutung, Blutergüsse oder Nachblutungen an der Punktionsstelle fanden sich in unserer Untersuchung bei 0,91% (10/1098) der Patienten. Hierbei konnte die vorliegende Studie einen signifikanten Unterschied zwischen Frauen und Männern (Frauen 2,33% (7/301) vs. Männer 0,38 (3/797), $p < 0,01$) feststellen. Auch Patel et. al fanden häufiger Blutungskomplikationen bei Frauen als bei Männern (Patel et al., 2010). Blutungskomplikationen werden in vergleichbaren Studien mit zwischen 0,74% und 1,71% beziffert (Garcia-Bolao et al., 2007, Spragg et al., 2008).

4.2.9.4 Vaskuläre Komplikationen im Vergleich mit anderen Studien

Die zu den schwergradigen Komplikationen zählende Pulmonalvenenstenose trat mit 0,17% (2/1164) sehr selten auf und wies mit 20% bzw. 30% keine starke Ausprägung auf. In der Literatur wird eine Häufigkeit von 0,4-3% bei PV-Stenosen angegeben (Neumann et al., 2009, Holmes et al., 2009, Bertaglia et al., 2007). Keiner der untersuchten Patienten der vorliegenden Studie wies eine atrioösophageale Fistel auf. Eine solche ist eine sehr seltene, aber gefürchtete, potentiell lebensbedrohliche Komplikation (Baker et al., 2010, Cappato et al., 2009). In anderen Studien finden sich Angaben zwischen 0% und 0,02% zum Auftreten dieser Komplikation (Bertaglia et al., 2007, Garcia-Bolao et al., 2007, Cappato et al., 2009, Cappato et al., 2005).

Eine periphere Embolie wurde bei den in der vorliegenden Studie untersuchten Patienten nicht beobachtet.

4.2.9.5 *Synkope, akute Herzinsuffizienz und Tod nach Katheterablation im Vergleich mit anderen Studien*

Ein akut letaler Ausgang nach der Ablation wurde nicht verzeichnet. Der Vergleich zu anderen Studien zeigt diesbezüglich Prozentzahlen zwischen 0% und 0,1% (Spragg et al., 2008, Cappato et al., 2009). Auch eine Synkope oder eine akute Herzinsuffizienz wurde nicht dokumentiert.

4.2.9.6 *Akute Gesamtkomplikationen im Vergleich mit anderen Studien*

Insgesamt kann festgehalten werden, dass die Akutkomplikationsrate niedrig war, zumal der Großteil der Akutkomplikationen (Perikarderguss und Blutung) einen klinisch günstigen Verlauf nimmt. Alles in allem korrelieren die Zahlen des Vorhofflimmerablationsregisters mit den Angaben zu Akutkomplikationen vergleichbarer Studien. Es kann jedoch bei der vorliegenden Studie im Vergleich zu älteren Studien eine Tendenz zu insgesamt weniger Akutkomplikationen festgestellt werden. Auch die Studien von Spragg et al., Cappato et al. und Bertaglia et al. konnten eine derartige Tendenz feststellen (Bertaglia et al., 2007, Spragg et al., 2008, Cappato et al., 2009). Spragg et al. untersuchten zwischen 2001 und 2007 retrospektiv 641 Ablationen. Bei den ersten 100 Prozeduren zeigten sich mit 9,0% deutlich häufiger Komplikationen als mit 4,3% bei den folgenden 541 Eingriffen. Ursächlich hierfür sind die im Laufe der Zeit gewachsene Erfahrung in der Durchführung von Katheterablationen bei VHF und die optimierte Ablationstechnik (Takahashi, 2010). Hinzu kommt die kontinuierliche technische Weiterentwicklung. Infolgedessen besteht die

Möglichkeit, präziser zu arbeiten, beispielsweise mittels neuer 3D-Mappingsysteme oder der Verwendung von robotergestützter Navigation (Latcu et al., 2009, Stabile et al., 2012, de Chillou et al., 2009). Durch diese Verbesserungen ist es möglich, Ablationsenergie effizienter einzusetzen und weniger Gesamtenergie anzuwenden. Hierdurch kann die Komplikationsrate ebenfalls gesenkt werden (Eversull et al., 2009).

¹ (Cappato et al., 2005), ² (Spragg et al., 2008), ³ (Bertaglia et al., 2007), ⁴ (Garcia-Bolao et al., 2007), ⁵ (Cappato et al., 2009), ⁶ Vorhofflimmerablationsregister; k.A = keine Angabe

	Cappato et al. ¹	Spragg et al.²	Ber- taglia et al.³	García- Bolao et al.⁴	Cappat- to et al.⁵	Vorhof- flimmer- abla- tions- register⁶
Patienten	8745	641	1011	540 Pro- zeduren	32569	1168
Studien- zeitraum	1995- 2002	02/2001- 06/2007	04/2005- 10/2006	2006	2003- 2006	01/2006- 12/2007
Multizent- risch	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja
Prospektiv	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Ja
Follow-Up	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja
Tod	4 (0,05%)	0 (0%)	0 (0%)	k.A.	32 (0,1%)	0 (0%)
Perikard- tamponade	107 (1,22%)	8 (1,25%)	6 (0,06%)	16 (2,9%)	331 (1,02%)	18 (1,55%)

Diskussion

Schlaganfall	20 (0,28%)	7 (1,1%)	4 (0,4%)	1 (0,18%)	59 (0,18%)	Zerebro- vaskuläre Kompli- kationen:
TIA	47 (0,66%)	k.A.	1 (0,1%)	k.A.	k.A.	5 (0,46%)
PV-Stenose	Akut: 23 (0,32%) Chro- nisch: 94 (1,31%)	k.A.	4 (0,4%)	k.A.	k.A.	2 (0,17%)
PV- Verschluss	Akut: 2 (0,03%) Chro- nisch: 15 (0,21%)	1 (0,15%)	k.A.	k.A.	6 (0,02%)	0 (0%)
Femorales Pseudo- aneurysma	47 (0,53%)	Vaskuläre Verlet- zungen:	10 (1,0%)	Vaskuläre Verlet- zungen:	k.A.	Vaskuläre Kompli- kationen
Arterio- venöse Fistel	37 (0,42%)	11 (1,71%)	3 (0,3%)	4 (0,74%)	k.A.	10 (0,91%)
Atrioöso- phageale Fistel	k.A.	0 (0%)	0 (0%)	k.A.	7 (0,02%)	0 (0%)

Komplikationsrate	Höhergradige Komplikationen	Höhergradige Komplikationen	Gesamtkomplikationen	Höhergradige Komplikationen	Höhergradige Komplikationen	Gesamtkomplikationen
	524	32	40	28		(35/1164)
	(5,9%)	(5%)	(3,9%)	(5,1%)	(4,5%)	(3,05%)

Tab. 5: Vergleich kürzlich veröffentlichter Studien und deren Komplikationsraten mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit.

4.2.10 Rezidive und extrakardiale medikamentöse Nebenwirkungen als Komplikation nach Ablation

Dokumentierte unerwünschte Ereignisse nach der Ablation waren ein VHF- oder VHF1a-Rezidiv und extrakardiale medikamentöse Nebenwirkungen. Ein VHF-Rezidiv war mit 6,7% das häufigste unerwünschte Ereignis während des stationären Aufenthaltes nach der Ablation. Ein VHF1a-Rezidiv wurde während dieser Nachbeobachtungszeit bei 0,82% der Patienten festgestellt. Weitere Arrhythmien wurden während des stationären Aufenthaltes nach dem Eingriff nicht dokumentiert. Somit hatten insgesamt 7,5% der Patienten eine dokumentierte Arrhythmie während des stationären Aufenthaltes nach der Ablation. Es ist jedoch davon auszugehen, dass einige dieser Patienten mittelfristig trotzdem frei von VHF sind. So ist bekannt, dass ein VHF-Rezidiv besonders im ersten Monat nach der Katheterablation häufig auftritt (Koyama et al., 2009). Dies wird auf entzündliche Prozesse in den ablatierten Bereichen zurückgeführt. In der Studie von Koyama et al. hatten 24% von 186 untersuchten Patienten in den ersten drei Tagen nach der Ablation bei VHF ein VHF-Rezidiv. Bei 14% der ablatierten Patienten wurde ein VHF-Rezidiv zwischen dem 4. und dem 30. Tag nach der Ablation beobachtet. 61% der Pati-

enten wiesen in der zitierten Studie im ersten Monat kein VHF-Rezidiv auf. 76% der Patienten mit VHF-Rezidiv in den ersten drei Tagen nach Ablation wiesen beim 6-Monate-FU kein VHF mehr auf. Jedoch waren nur 30% der Patienten, die ein VHF-Rezidiv erst zwischen dem 4. und dem 30. Tag zeigten, beim 6-Monate-FU frei von VHF. Dies wurde als Hinweis darauf gewertet, dass es unterschiedliche Mechanismen bei der mittelfristigen Entstehung von VHF-Rezidiven gibt. Diese scheint davon abhängig zu sein, wie früh das VHF nach der Ablation erstmalig wieder auftritt (Koyama et al., 2009).

4.3 Limitationen der Studie

Der Frage nach Langzeiteffektivität und Langzeitkomplikationen konnte in der vorliegenden Arbeit aufgrund des großen Umfanges an Daten nicht nachgegangen werden. Jedoch wurden entsprechende Informationen mit Hilfe der regelmäßig stattgefundenen Follow-Up-Untersuchungen in einem Nachbeobachtungszeitraum von über drei Jahren (40 Monate) erhoben. Die noch ausstehende Auswertung dieser Daten wird sicherlich weitere interessante Informationen liefern. Nur ein langfristiger Ablationserfolg bei möglichst wenigen Komplikationen macht letztlich eine Katheterablation bei VHF sinnvoll. Daher ist die Analyse des Mittel- und Langzeiterfolges von entscheidender Relevanz und sollte Anlass für weitere Arbeiten sein. In diesem Kontext sollte auch die vorliegende Arbeit betrachtet werden. Aussagen über langfristige Ablationserfolge und mögliche Komplikationen über den Verlauf nach Jahrzehnten sind aktuell jedoch nicht möglich, da das Verfahren erst seit wenigen Jahren zunehmend praktiziert wird. Fraglich wäre auch der Sinn einer so lang angelegten Studie, da die Prozedurverfahren ständig modifiziert und optimiert werden. So wäre nach Jahrzehnten eine Studie zu längst veralteten Prozedurverfahren nur begrenzt von Interesse und für die dann aktuellen Verfahren limitiert aussagekräftig. Interessant wäre als weiterer Aspekt die

differenzierte Betrachtung eines mittelfristigen Kosten-Nutzen-Effektes im sozioökonomischen Umfeld nach der Katheterablation bei VHF, welches im Rahmen dieser Studie nicht weiter betrachtet werden konnte. Zusätzliche Limitationen der vorliegenden Studie sind fehlende effektive Tools zum sicheren Ausschluss von Vorhofflimmerrezidiven nach erfolgter Katheterablation. Beispielsweise wurden Tele-EKGs oder Langzeit-EKGs nicht angewendet. Diese wären insbesondere bei asymptomatischen Vorhofflimmerrezidiven oder zur genaueren Beurteilung des Auftretens von weiteren Arrhythmien nach der Ablation aufschlussreich.

5 Zusammenfassung

VHF hat als häufigste anhaltende Herzrhythmusstörung eine immense sozioökonomische Relevanz. Herkömmliche Therapieverfahren sind unzureichend. Die Entwicklung einer effizienten und möglichst nebenwirkungsarmen Therapiestrategie ist daher notwendig. Die Katheterablation bei VHF hat in den letzten Jahren weltweit zunehmend an Bedeutung gewonnen. Sie ist ein erfolgsversprechender kurativer Ansatz zur Behandlung dieser bedeutsamen supraventrikulären Arrhythmie. Zu berücksichtigen ist eine rasante technische Entwicklung bei zum Zeitpunkt der Untersuchung fehlenden einheitlichen Therapiestandards. Hinzu kommt, dass es weltweit nicht ausreichend prospektive, multizentrische Daten mit aussagekräftigen Langzeitergebnissen gibt.

Die vorliegende Studie befasst sich daher mit dem derzeitigen Stand der Therapie des VHF mittels Katheterablation und den auftretenden Komplikationen nach dem Eingriff. Sie konnte repräsentativ für Deutschland nachweisen, dass Katheterablationen bei VHF sicher sind und nur wenige Akutkomplikationen verursachten. Die akute Gesamtkomplikationsrate von 3,05% bestätigt den mehrfach beobachteten Trend zu weniger Komplikationen in den letzten Jahren. Hervorzuheben ist, dass ein Großteil dieser Komplikationen normalerweise einen guten klinischen Ausgang hat. Hierzu zählen insbesondere der Perikarderguss und die Blutung.

Der Perikarderguss trat als häufigste Komplikation in 1,55% der Ablationen auf. Hiernach folgten in der Häufigkeit Blutungskomplikationen, wie z.B. Blutergüsse oder Nachblutungen an der Punktionsstelle (0,91%). Zerebrovaskuläre Komplikationen, wie eine zerebrale Ischämie oder eine intrazerebrale Blutung, traten in 0,46% der Fälle auf. Eine Pulmonalvenenstenose fand sich nur bei 0,17% der Patienten. Eine atrioösophageale Fistel oder eine periphere Embolie wurden bei keiner der untersuchten Patienten festgestellt. Ebenso

erlitt keiner der Patienten eine Synkope oder eine akute Herzinsuffizienz. Insbesondere zeigte sich kein akut letaler Ausgang.

Als mögliche Ursachen für die Reduktion der Gesamtkomplikationsrate sind die mit der Zeit zugenommene Erfahrung sowie die verbesserten Ablationstechniken zu sehen. Die Entwicklung von 3D-Mappingsystemen zur optimierten anatomischen Darstellung während der Katheterablation und die robotergestützte Navigation sind Beispiele für den technischen Fortschritt, der komplikationsärmere Eingriffe ermöglicht.

6 Anlage

6.1 Dokumentationsbögen



Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient!

Ihr Arzt hat ausführlich mit Ihnen über Ihre Erkrankung, die Herzrhythmusstörung Vorhofflimmern, und die möglichen Therapien gesprochen. Er hat Sie gefragt, ob Sie an dem zentralen wissenschaftlichen Register des Kompetenznetzes Vorhofflimmern teilnehmen möchten. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert dieses Kompetenznetz, um deutschlandweit medizinische Daten zu dieser häufigen und wichtigen Erkrankung zu sammeln und wissenschaftlich auszuwerten.

Im Rahmen des Kompetenznetzes werden die klinischen Daten von etwa 10.000 Patienten mit Vorhofflimmern in einer Internet-Datenbank beim Institut für klinisch-kardiovaskuläre Forschung (IKKF, München) erfasst. Die Daten werden in Hunderten von Krankenhäusern und Praxen erhoben und sollen Auskunft über das gewählte Therapieverfahren (z.B. Medikamente, Herzschrittmacher) den unterschiedlichen Langzeitverlauf, den medizinischen Nutzen und die möglichen Nachteile geben, sowie die Kosten darstellen. Es werden nur Daten erfasst, die in der klinischen Routine ohnehin anfallen. Das Register schreibt dem Arzt keinerlei Behandlungen oder Untersuchungen vor.

Leiter des Kompetenznetzes sind:

- Univ.-Prof. Dr. med. Günter Breithardt, Universitätsklinikum Münster (Sprecher)
- Univ.-Prof. Dr. med. Gerhard Steinbeck, Universitätsklinik Großhadern, München
- Univ.-Prof. Dr. med. Thomas Meinertz, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
- Univ.-Prof. Dr. med. Peter Hanrath, Universitätsklinikum der RWTH Aachen

Einige bereits in Ihrer Krankenakte festgehaltene Untersuchungsergebnisse werden zusätzlich in einer Datenbank beim IKKF aufgezeichnet. Außerdem werden noch Name und Anschrift von Ihnen und Ihrem Hausarzt erfasst. Dies dient dazu, Sie und ggf. Ihren Hausarzt im Rahmen des Kompetenznetzes zu kontaktieren. Dies wird per Brief oder telefonisch durch das IKKF oder andere Partner im Kompetenznetz durchgeführt. Es entstehen Ihnen dabei keine Kosten.

Die Nachbeobachtung dauert für Sie höchstens 60 Monate und erfolgt in der Regel durch das Krankenhaus oder die Praxis, die Sie in das Kompetenznetz Vorhofflimmern aufgenommen haben. Mit Hilfe der Informationen in Ihrem Patientenausweis kann aber auch jedes Krankenhaus oder jede Arztpraxis, die am Kompetenznetz Vorhofflimmern teilnehmen, die notwendigen Daten in die Internet-Datenbank eingeben. Voraussichtlich im Juli 2012 werden alle Nachbeobachtungsdaten erhoben sein. Anschließend werden Name und Anschrift von Ihnen und Ihrem Hausarzt aus der Datenbank gelöscht. Die medizinischen Untersuchungsergebnisse werden nur anonymisiert für wissenschaftliche Zwecke ausgewertet.

Es kann sein, dass ein Beauftragter (Monitor) des Kompetenznetzes Einblick in Ihre Krankenakte nehmen wird, um stichprobenartig zu überprüfen, ob Ihre Daten im Register tatsächlich mit den Daten in Ihrer Krankenakte übereinstimmen. Alle Mitarbeiter unterliegen der Schweigepflicht und führen Ihre Tätigkeit genau nach den Vorschriften der Datenschutzgesetze durch.

Die Einwilligung zur Weitergabe Ihrer personenbezogenen Daten ist freiwillig. Sie haben das Recht, Ihre Einwilligung jederzeit und ohne Angabe von Gründen zu widerrufen, ohne dass das Vertrauensverhältnis zum behandelnden Arzt in irgendeiner Weise leidet, und ohne dass daraus irgendwelche Nachteile für Sie entstehen. Ihre weitere medizinische Betreuung ist nicht von Ihrer Entscheidung zur Teilnahme am Register abhängig.

Weitere Informationen zum Datenschutz können Sie über das IKKF erhalten, Tel. 089 / 54 88 44 511.

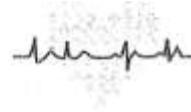
Für Ihre Unterstützung dankt das Kompetenznetz Vorhofflimmern.
Januar 2004

Prof. Dr. Breithardt

Prof. Dr. Steinbeck

Prof. Dr. Meinertz

Prof. Dr. Hanrath



Datenschutzrechtliche Einwilligung

Ich erkläre, dass ich mit der Aufzeichnung von personenbezogenen Krankheits-/Behandlungsdaten im Rahmen des Kompetenznetzes und ihrer Weitergabe zur Überprüfung und Auswertung für wissenschaftliche Zwecke an beauftragte Forschungsinstitute und Auftraggeber einverstanden bin. Der behandelnde Arzt ist insoweit von seiner Schweigepflicht entbunden. Die Einwilligung erfolgt freiwillig. Ich habe jederzeit das Recht, diese ohne Angabe von Gründen zu widerrufen, ohne dass daraus irgendwelche Nachteile für mich entstehen.

Name und Unterschrift des Patienten:

Vorname Nachname

Ort Datum Unterschrift

Name und Unterschrift des betreuenden Arztes:

Vorname Nachname

Ort Datum Unterschrift

Wissenschaftliche Partner:



Zentrum Seite 1 von 1
(Version v. 28.10.2005)

Ablationsregister

I. Einschluss des Patienten



Patienten-ID (aus AFNET-AB1)

Patienten-Initialen

Geburtsdatum

Geschlecht (m/w)

Allgemeine Hinweise:

- Bitte verwenden Sie diese Formulare, wenn der Patient ausschließlich im Ablationsregister erfasst werden soll. Falls Sie den Patienten in die GAP-AF-Studie einschließen möchten, füllen Sie bitte direkt die Formulare zur GAP-AF-Studie aus. (**Studienarztordner Register 17**)
- Bitte füllen Sie **alle Felder** aus! Felder ohne Eintragung führen auf jeden Fall zu einer Rückfrage.
- Bei Korrekturen bitte die Originaleintragung **einmal durchstreichen**, dann die korrigierte Eintragung sowie **Datum** und **Namenskürzel** daneben/darunter setzen.
- Bitte die Formulare immer datiert unterschreiben!

Sollten Sie Fragen haben, so rufen Sie bitte die Hotline des Kompetenznetzes an (☎ 089 – 54 88 44 511).

Einschlusskriterien

Schriftliche Einwilligungserklärung (Ablationsregister) Ja Nein

Kathetergestützte Vorhofflimmer-Ablation Ja Nein

Ausschlusskriterien

Es wurden keine Ausschlusskriterien definiert.

Datum

Unterschrift

Name des Prüfarztes (Stempel)

Zentrum Seite 1 von 5
(Version v. 28.10.2005)**Ablationsregister
II. Basisdaten**Patienten-ID Patienten-Initialen Geburtsdatum Geschlecht (m / w) **Allgemeine Hinweise:**

- Bitte füllen Sie **alle Felder** aus! Felder ohne Eintragung führen auf jeden Fall zu einer Rückfrage.
Ausnahme: Die **grau unterlegten** Fragen sind fakultativ. Dies bedeutet, daß diese Felder nicht unbedingt beantwortet werden müssen. Wir bitten Sie, diese auszufüllen, falls Ihnen die Information vorliegt.
- Bei Korrekturen bitte die Originaleintragung **einmal durchstreichen**, dann die korrigierte Eintragung sowie **Datum** und **Namenskürzel** daneben/darunter setzen.
- Bitte die Formulare immer datiert unterschreiben!

Sollten Sie Fragen haben, so rufen Sie bitte die Hotline des Kompetenznetzes an (☎ 089 – 54 88 44 511).

Allgemeine Angaben zur jetzigen Ablation

Datum der Ablation	<input type="text"/>
Anzahl der früheren VHF-Ablationen bei diesem Patienten (ohne die jetzige!)	<input type="text"/>
Indikation zur VHF-Ablation	<input type="checkbox"/> Kurativ <input type="checkbox"/> Palliativ <input type="checkbox"/> Andere _____

Schweregrad der Symptomatik vor Ablation

Palpitationen	<input type="checkbox"/> 0 = Keine <input type="checkbox"/> 1 = Leicht <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 = Unerträglich Wenn Ja, Zusammenhang mit VHF: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Möglich <input type="checkbox"/> Nicht beurteilbar
Thoraxschmerzen	<input type="checkbox"/> 0 = Keine <input type="checkbox"/> 1 = Leicht <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 = Unerträglich Wenn Ja, Zusammenhang mit VHF: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Möglich <input type="checkbox"/> Nicht beurteilbar

Zentrum

Patient-ID

Seite 2 von 5
(Version v. 28.10.2005)

Ablationsregister
II. Basisdaten

Dyspnoe	<input type="checkbox"/> 0 = Keine <input type="checkbox"/> 1 = Leicht <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 = Unerträglich Wenn Ja, Zusammenhang mit VHF: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Möglich <input type="checkbox"/> Nicht beurteilbar
Schwindel	<input type="checkbox"/> 0 = Kein <input type="checkbox"/> 1 = Leicht <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 = Unerträglich Wenn Ja, Zusammenhang mit VHF: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Möglich <input type="checkbox"/> Nicht beurteilbar
Allgemeine körperliche Schwäche	<input type="checkbox"/> 0 = Keine <input type="checkbox"/> 1 = Leicht <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 = Unerträglich Wenn Ja, Zusammenhang mit VHF: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Möglich <input type="checkbox"/> Nicht beurteilbar

Transthorakale Echokardiographie (TTE)

Durchgeführt	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja, nicht beschallbar <input type="checkbox"/> Ja, am: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Herzrhythmus	<input type="checkbox"/> Sinusrhythmus <input type="checkbox"/> Vorhofflimmern <input type="checkbox"/> Anderer Rhythmus
LV-Funktion	<input type="checkbox"/> Normal bis leicht eingeschränkt <input type="checkbox"/> Mittelschwer eingeschränkt <input type="checkbox"/> Schwer eingeschränkt
LVEF-Wert	<input type="text"/> <input type="text"/> %
LA-Durchmesser	<input type="checkbox"/> Normal groß <input type="checkbox"/> Dilatiert (> 40 mm): <input type="text"/> <input type="text"/> mm
Perikarderguss	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Vitien	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein

Zentrum _ _ _ _

Patient-ID _ _ _ _ _

Seite 3 von 5
(Version v. 28.10.2005)**Ablationsregister**
II. Basisdaten**Transösophageale Echokardiographie (TEE)**

Datum des letzten TEE _ _ _ . _ _ . _ _ _ _ _

Intrakardiale Thromben Ja Nein

LAA-Fluss _ _ _ _ , _ (cm/s)

LSPV darstellbar Ja Nein

LSPV maximaler Fluss _ _ _ _ , _ (cm/s)

LSPV mittlerer Fluss _ _ _ _ , _ (cm/s)

LSPV VTI _ _ _ _ , _ (cm)

LIPV darstellbar Ja Nein

LIPV maximaler Fluss _ _ _ _ , _ (cm/s)

LIPV mittlerer Fluss _ _ _ _ , _ (cm/s)

LIPV VTI _ _ _ _ , _ (cm)

RSPV darstellbar Ja Nein

RSPV maximaler Fluss _ _ _ _ , _ (cm/s)

RSPV mittlerer Fluss _ _ _ _ , _ (cm/s)

RSPV VTI _ _ _ _ , _ (cm)

Zentrum

Patient-ID

Seite 5 von 5
(Version v. 28.10.2005)

Ablationsregister
II. Basisdaten

Kommentare

<hr/> <hr/>

Datum

Unterschrift

Name des Präfarztes (Stempel)

Zentrum

Patient-ID

Seite 2 von 7
(Version v. 28.10.2005)

Ablationsregister

III. Ablationsprozedur

PV-Angiographie Nein
 Ja **bitte beantworten Sie die folgenden Fragen**

Datum

Stenose LSPV (%) (0 = Keine; - = keine Angabe)

Stenose LIPV (%) (0 = Keine; - = keine Angabe)

Stenose RSPV (%) (0 = Keine; - = keine Angabe)

Stenose RIPV (%) (0 = Keine; - = keine Angabe)

Anatomische Varianten _____

Ablationsstrategie

Pulmonalvenen Nein
 Ja **bitte beantworten Sie die folgenden Fragen**

zirkumferenziell	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
lineare PV-Isolation	<input type="checkbox"/> Ja, einzeln	<input type="checkbox"/> Ja, Doppel-Lasso
segmental ostial	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
fokale Ablation	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Andere oder zusätzliche PV	<input type="checkbox"/> Ja, _____	<input type="checkbox"/> Nein

Atrial Nein
 Ja **bitte beantworten Sie die folgenden Fragen**

Dach-Linie	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
rechtsatrialer Isthmus	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
linksatrialer Isthmus	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
fokale Ablation	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Coronarsinus	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Andere	<input type="checkbox"/> Ja, _____	<input type="checkbox"/> Nein

Andere Lokalisation (nicht PV oder atrial) Ja, _____ Nein



zirkumferenziell



Lineare PV-Isolation



segmental ostial



Lineare Ablation
(Doppel-Lasso Technik)

Ablationsregister

III. Ablationsprozedur

Energie	
Mehr als eine Energiequelle verwendet <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
1. Energiequelle <input type="checkbox"/> HF-Ablationselektrode (Tip-Elektrode): <input type="checkbox"/> 4 mm gekühlt <input type="checkbox"/> 4 mm solide <input type="checkbox"/> 8 mm solide <input type="checkbox"/> Ultraschall Ballon: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Laser Ballon: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Cryo Ballon: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Mikrowelle Ballon: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Andere _____ Ballon: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	2. Energiequelle <input type="checkbox"/> HF-Ablationselektrode (Tip-Elektrode): <input type="checkbox"/> 4 mm gekühlt <input type="checkbox"/> 4 mm solide <input type="checkbox"/> 8 mm solide <input type="checkbox"/> Ultraschall Ballon: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Laser Ballon: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Cryo Ballon: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Mikrowelle Ballon: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Andere _____ Ballon: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein

Ablation pulmonalvenös	
Nur bei Linearer PVI mit Doppel-Lasso Technik ausfüllen!	
septale PVs	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja, geplanter Endpunkt : <input type="checkbox"/> Kompletter Block <input type="checkbox"/> Kein Block <input checked="" type="checkbox"/> bitte beantworten Sie die folgenden Fragen Kumulative Energie <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (J) Maximal abgegebene Leistung <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (W) Gesamtdauer der Energieabgabe <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (s) <input type="checkbox"/> kompletter Block <input type="checkbox"/> Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay mit Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay ohne Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> kein relevanter Effekt
Erzielter Endpunkt	
laterale PVs	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja, geplanter Endpunkt : <input type="checkbox"/> Kompletter Block <input type="checkbox"/> Kein Block <input checked="" type="checkbox"/> bitte beantworten Sie die folgenden Fragen Kumulative Energie <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (J) Maximal abgegebene Leistung <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (W) Gesamtdauer der Energieabgabe <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (s) <input type="checkbox"/> kompletter Block <input type="checkbox"/> Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay mit Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay ohne Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> kein relevanter Effekt
Erzielter Endpunkt	

Zentrum

Patient-ID

Ablationsregister

III. Ablationsprozedur

Nur bei Linearer PV-Isolation ohne Doppel-Lasso-Technik ausfüllen!

<p>LSPV</p>	<p><input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja, geplanter Endpunkt : <input type="checkbox"/> Kompletter Block <input type="checkbox"/> Kein Block <input checked="" type="checkbox"/> bitte beantworten Sie die folgenden Fragen</p>
<p>Erzielter Endpunkt</p>	<p>Kumulative Energie <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (J) Maximal abgegebene Leistung <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (W) Gesamtdauer der Energieabgabe <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (s)</p> <p><input type="checkbox"/> kompletter Block <input type="checkbox"/> Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay mit Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay ohne Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> kein relevanter Effekt</p>
<p>LIPV</p>	<p><input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja, geplanter Endpunkt : <input type="checkbox"/> Kompletter Block <input type="checkbox"/> Kein Block <input checked="" type="checkbox"/> bitte beantworten Sie die folgenden Fragen</p>
<p>Erzielter Endpunkt</p>	<p>Kumulative Energie <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (J) Maximal abgegebene Leistung <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (W) Gesamtdauer der Energieabgabe <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (s)</p> <p><input type="checkbox"/> kompletter Block <input type="checkbox"/> Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay mit Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay ohne Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> kein relevanter Effekt</p>
<p>RSPV</p>	<p><input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja, geplanter Endpunkt : <input type="checkbox"/> Kompletter Block <input type="checkbox"/> Kein Block <input checked="" type="checkbox"/> bitte beantworten Sie die folgenden Fragen</p>
<p>Erzielter Endpunkt</p>	<p>Kumulative Energie <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (J) Maximal abgegebene Leistung <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (W) Gesamtdauer der Energieabgabe <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (s)</p> <p><input type="checkbox"/> kompletter Block <input type="checkbox"/> Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay mit Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay ohne Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> kein relevanter Effekt</p>

Zentrum

Patient-ID

Seite 5 von 7
(Version v. 28.10.2005)

Ablationsregister

III. Ablationsprozedur

RIPV	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja, geplanter Endpunkt : <input type="checkbox"/> Kompletter Block <input type="checkbox"/> Kein Block <input checked="" type="checkbox"/> bitte beantworten Sie die folgenden Fragen
Erzielter Endpunkt	<i>Kumulative Energie</i> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (J) <i>Maximal abgegebene Leistung</i> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (W) <i>Gesamtdauer der Energieabgabe</i> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (s) <input type="checkbox"/> kompletter Block <input type="checkbox"/> Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay mit Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay ohne Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> kein relevanter Effekt
Ablation atrial	
Dach-Linie (zwischen linker oberer und rechter oberer PV)	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja, geplanter Endpunkt : <input type="checkbox"/> Kompletter Block <input type="checkbox"/> Kein Block <input checked="" type="checkbox"/> bitte beantworten Sie die folgenden Fragen
Erzielter Endpunkt	<i>Kumulative Energie</i> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (J) <i>Maximal abgegebene Leistung</i> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (W) <i>Gesamtdauer der Energieabgabe</i> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (s) <input type="checkbox"/> kompletter Block <input type="checkbox"/> Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay mit Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay ohne Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> kein relevanter Effekt
Rechtsatrialer Isthmus (zwischen Trikuspidalklappenannulus und unterer Hohlvene)	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja, geplanter Endpunkt : <input type="checkbox"/> Kompletter Block <input type="checkbox"/> Kein Block <input checked="" type="checkbox"/> bitte beantworten Sie die folgenden Fragen
Erzielter Endpunkt	<i>Kumulative Energie</i> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (J) <i>Maximal abgegebene Leistung</i> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (W) <i>Gesamtdauer der Energieabgabe</i> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (s) <input type="checkbox"/> kompletter Block <input type="checkbox"/> Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay mit Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay ohne Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> kein relevanter Effekt

Zentrum

Patient-ID

Ablationsregister

III. Ablationsprozedur

<p>Linksatrialer Isthmus (zwischen seitlicher unterer PV und Mitral klappenannulus)</p>	<p><input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja, geplanter Endpunkt : <input type="checkbox"/> Kompletter Block <input type="checkbox"/> Kein Block <input checked="" type="checkbox"/> bitte beantworten Sie die folgenden Fragen</p>
<p>Erzielter Endpunkt</p>	<p>Kumulative Energie <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (J) Maximal abgegebene Leistung <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (W) Gesamtdauer der Energieabgabe <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (s) <input type="checkbox"/> kompletter Block <input type="checkbox"/> Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay mit Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay ohne Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> kein relevanter Effekt</p>
<p>Innerhalb des Coronarsinus</p>	<p><input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> bitte beantworten Sie die folgenden Fragen</p>
<p>Erzielter Endpunkt</p>	<p>Kumulative Energie <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (J) Maximal abgegebene Leistung <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (W) Gesamtdauer der Energieabgabe <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (s) <input type="checkbox"/> kompletter Block <input type="checkbox"/> Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay mit Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay ohne Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> kein relevanter Effekt</p>

Ablation an einer anderen Stelle / zusätzliche PV

<p>Andere Lokalisation / zusätzliche PV</p>	<p><input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja, geplanter Endpunkt : <input type="checkbox"/> Kompletter Block <input type="checkbox"/> Kein Block Lokalisation _____ Zusätzliche PV <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> bitte beantworten Sie die folgenden Fragen</p>
<p>Erzielter Endpunkt</p>	<p>Kumulative Energie <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (J) Maximal abgegebene Leistung <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (W) Gesamtdauer der Energieabgabe <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (s) <input type="checkbox"/> kompletter Block <input type="checkbox"/> Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay mit Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> Delay ohne Amplitudenreduktion <input type="checkbox"/> kein relevanter Effekt</p>

Zentrum

Patient-ID

Seite 7 von 7
(Version v. 28.10.2005)

Ablationsregister

III. Ablationsprozedur

Weitere Prozedurdaten

Gesamtdurchleuchtungszeit	<input type="text"/>	(min)
Gesamtdurchleuchtungsdosis	<input type="text"/>	(cGycm ²)
Gesamtprozedurdauer (Skin-to-skin)	<input type="text"/>	(min)
Kardioversion(en) während der Prozedur	<input type="checkbox"/> Ja, Anzahl <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Nein
Hauptrhythmus bei Ablation	<input type="checkbox"/> Sinusrhythmus	<input type="checkbox"/> Vorhofflimmern
	<input type="checkbox"/> Vorhofflattern	<input type="checkbox"/> CS-Pacing
	<input type="checkbox"/> Anderer <input type="text"/>	
Herzrhythmus bei Prozedurende	<input type="checkbox"/> Sinusrhythmus	<input type="checkbox"/> Vorhofflimmern
	<input type="checkbox"/> Vorhofflattern	<input type="checkbox"/> SM-Stimulation
	<input type="checkbox"/> Atriale Tachykardie	
	<input type="checkbox"/> Anderer <input type="text"/>	
Induktion von VHF nach Ablation	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> nicht versucht
	<input type="checkbox"/> Ja	
	VHF anhaltend	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein

Kommentare

Datum

Unterschrift

Name des Prüfarztes (Stempel)

Zentrum

Seite 1 von 1
(Version v. 28.10.2005)

Ablationsregister
IV. Klinischer Aufenthalt



Patienten-ID

Patienten-Initialen

Geburtsdatum

Geschlecht (m / w)

Allgemeine Hinweise:

- Bitte füllen Sie **alle Felder** aus! Felder ohne Eintragung führen auf jeden Fall zu einer Rückfrage.
- Bei Korrekturen bitte die Originaleintragung **einmal durchstreichen**, dann die korrigierte Eintragung sowie **Datum** und **Namenskürzel** daneben/darunter setzen.
- Bitte die Formulare immer datiert unterschreiben!

Sollten Sie Fragen haben, so rufen Sie bitte die Hotline des Kompetenznetzes an (☎ 089 – 54 88 44 511).

Komplikationen während des stationären Aufenthaltes

Perikarderguss Ja Nein

Kammerflimmern Ja Nein

Oesophagoatriale Fistel Ja Nein

Pulmonalvenenstenose Nein
 Ja **bitte beantworten Sie die folgenden Fragen**

Stenose LSPV (%) (0 = Keine; - = keine Angabe)

Stenose LIPV (%) (0 = Keine; - = keine Angabe)

Stenose RSPV (%) (0 = Keine; - = keine Angabe)

Stenose RIPV (%) (0 = Keine; - = keine Angabe)

Datum

Unterschrift

Name des Prüfarztes (Stempel)

6.2 Abkürzungsverzeichnis

3D	Dreidimensional
Abb.	Abbildung
ACC	American College of Cardiology
ACVB-OP	Aortokoronare-Venenbypass-Operation
AFCL	VHF-Zykluslänge (atrial fibrillation cycle length)
AFNET	Kompetenznetz-Vorhofflimmern
AHA	American Heart Association
ASS	Acetylsalicylsäure
AV-Knoten	Atrioventrikular-Knoten
AVNRT	AV-Knoten-Reentry-Tachykardie
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CFAE	komplexe fraktionierte atriale Elektrogramme
CFR	Code of Federal Regulations
cGycm ²	Flächendosisprodukt
CHS	Cardiovascular Health Study
cm	Zentimeter
CRO	contract research organization
CS	Koronarvenensinus
CT	Computertomographie
CTAF-Studie	Canadian Trial of Atrial Fibrillation
CTI	Cavo-Trikuspid-Isthmus
EKG	Elektrokardiogramm

EPU	Elektrophysiologische Untersuchung
ESC	European Society of Cardiology
FDA	Food and Drug Administration
FU	Verlaufskontrolle (Follow-Up)
HF	Hochfrequenzstrom
HZV	Herzzeitvolumen
ICB	Intrazerebrale Blutung
IKKF	Institut für klinisch-kardiovaskuläre Forschung in München
INR	International Normalized Ratio
kHz	Kilohertz
KHK	Koronare Herzkrankheit
LA	linksatrial; linkes Atrium
LAA	left atrial appendage, linkes Vorhofohr
LA-Isthmus	auch MIG-Line genannt, lineare Läsion zwischen der LIPV und dem Mitralklappenannulus
LAA-Ridge	Brücke zwischen LAA und LSPV
LIPV	left inferior pulmonary vein, linke untere Pulmonalvene
LSPV	left superior pulmonary vein, linke obere Pulmonalvene
LV-Funktion	linksventrikuläre Funktion
MAZE-Operation	maze, eng. = Labyrinth; chirurgische Technik aus den 1980/90er Jahren zur Behandlung des VHF

Min.	Minute
MIG-Line	Mitral-Isthmus-Gauche (s.a. LA-Isthmus)
MRT	Magnetresonanztomographie
NSAID	Non-Steroidal-Antiinflammatory-Drugs (Nicht Steroidale Antirheumatika)
oAK	orale Antikoagulation
OR	Odds-Ratio, Quotenverhältnis
P	Signifikanzwert, Überschreitungswahrscheinlichkeit
PAF	paroxysmales Vorhofflimmern
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
PCI	Perkutane Koronarintervention
PIAF- Studie	Pharmacological Intervention in Atrial Fibrillation
PRIND	prolongiertes reversibles ischämisches neurologisches Defizit
PTT	partielle Thromboplastinzeit (Partial Thromboplastin Time)
PV	Pulmonalvene
PVI	Pulmonalvenenisolation
RA	rechtsatrial
RACE-Studie	RAte Control versus Electrical cardioversion for persistent atrial fibrillation study
RACE-2-Studie	Rate Control Efficacy in Permanent Atrial Fibrillation

RA-Isthmus	auch „CTI“ genannt, lineare Läsion zwischen Trikuspidalklappenannulus und der VCI
RE-LY-Studie	Randomized Evaluation of Long-term anticoagulant therapy
RIPV	right inferior pulmonary vein, rechte untere Pulmonalvene
Roof-Line	auch „Dach-Linie“ genannt, wird zwischen der RSPV und der LSPV angelegt
RSPV	right superior pulmonary vein, rechte obere Pulmonalvene
s	Sekunden
SAE	Severe Adverse Event
SM	Schrittmacher
SSL	Secure Socket Layer
STAF-Studie	Strategies of Treatment of Atrial Fibrillation study; Studie über Strategien der Behandlung von Vorhofflimmern
Tab.	Tabelle
TEE	Transösophageale Echokardiographie
TIA	Transiente ischämische Attacke
TSH	Thyreoida-stimulierendes Hormon
TTE	Transthorakale Echokardiographie
VCI	Vena cava inferior, untere Hohlvene
VHF	Vorhofflimmern
VHFla	Vorhofflattern

Anlage

VTI	Geschwindigkeits-Zeit-Integral (Velocity Time Integral)
Ws	Wattsekunde = 1 Joule

6.3 Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1:	1-Kanal-Elektrokardiogramm mit Vorhofflimmern. Statt P-Wellen finden sich typischerweise Flimmerwellen.....	9
Abb. 2:	Die Klassifikation des Vorhofflimmerns, modifiziert nach den ESC-Guidelines 2010 (Camm et al., 2010). Vorhofflimmern tendiert dazu, im Laufe der Zeit vom PAF über das persistierende VHF und dem langanhaltend-persistierenden VHF zum permanenten VHF fortzuschreiten.....	10
Abb. 3:	Einschränkung der Lebensqualität durch das Vorhofflimmern. Prozentuale Verteilung der häufigsten klinischen Symptome bei paroxysmalem Vorhofflimmern, modifiziert nach Levy et al. (Levy et al., 1999).	12
Abb. 4:	Prävalenz des Vorhofflimmerns in zwei amerikanischen epidemiologischen Studie (modifiziert nach der American Heart Association (Fuster et al. 2006)). Framingham steht für die Framingham Heart Study (Wolf et al. 1991); CHS (Cardiovascular Health Study) (Furberg et al. 1994).	14
Abb. 5:	Graphische Darstellung der unterschiedlichen Techniken der Pulmonalvenenisolation	20
Abb. 6:	Geschlechterverteilung der Patienten, die sich einer Katheterablation unterzogen haben, in Prozent. Rot: Frauen (N=321), blau: Männer (N=847), Gesamtzahl der Patienten (N=1168).....	37
Abb. 7:	Häufigkeitsverteilung der Vorhofflimmertypen insgesamt und in Abhängigkeit vom Geschlecht in Prozent.....	38
Abb. 8:	Häufigkeitsverteilung der klinischen Symptome insgesamt und in Abhängigkeit vom Geschlecht vor Ablation in Prozent.....	39
Abb. 9:	Häufigkeitsverteilung der Bewertung der klinischen Symptomatik Palpitation vor der Ablation insgesamt und in Abhängigkeit vom Geschlecht von 1 (leicht) bis 6 (unerträglich) in Prozent.	40
Abb. 10:	Häufigkeitsverteilung der Bewertung der klinischen Symptomatik Dyspnoe vor der Ablation insgesamt und in Abhängigkeit vom Geschlecht von 1 (leicht) bis 6 (unerträglich) in Prozent.	41
Abb. 11:	Häufigkeitsverteilung der Bewertung der klinischen Symptomatik Schwindel vor der Ablation insgesamt und in Abhängigkeit vom Geschlecht von 1 (leicht) bis 6 (unerträglich) in Prozent.	42

Abb. 12: Häufigkeitsverteilung der Bewertung der klinischen Symptomatik allgemeine körperliche Schwäche vor der Ablation insgesamt und in Abhängigkeit vom Geschlecht von 1 (leicht) bis 6 (unerträglich) in Prozent.....	44
Abb. 13: Häufigkeitsverteilung der Bewertung der klinischen Symptomatik Thoraxschmerzen vor der Ablation insgesamt und in Abhängigkeit vom Geschlecht von 1 (leicht) bis 6 (unerträglich) in Prozent.....	45
Abb. 14: Häufigkeit der stattgefundenen Katheterablationen vor der aktuellen Ablation in Prozent.....	46
Abb. 15: Häufigkeit der vor der Ablation durchgeführten transthorakalen Echokardiographie in Prozent.....	47
Abb. 16: Vorliegen von Vitien und Perikarderguss, bei den mit transthorakaler Echokardiographie untersuchten Patienten, in Prozent.	48
Abb. 17: Häufigkeit der vor der Ablation durchgeführten transösophagealen Echokardiographie in Prozent.	49
Abb. 18: Häufigkeitsverteilung des Hauptrhythmus im EKG während der transösophagealen Echokardiographie.....	51
Abb. 19: Dreidimensionale Mappingsysteme zur Rekonstruktion der kardialen Strukturen.	56
Abb. 20: Häufigkeitsverteilung der unterschiedlichen Ablationsstrategien insgesamt und in Abhängigkeit vom Geschlecht.	59
Abb. 21: Die unterschiedlichen verwendeten Techniken der Pulmonalvenenablation in Prozent.....	60
Abb. 22: Spezifische Bereiche der Ablation im Bereich des Atrium, nach ihrer Häufigkeit sortiert.	61
Abb. 23: Häufigkeitsverteilung der verwendeten Energiequellen.	62
Abb. 24: Größe der verwendeten Hochfrequenzstrom-(HF)-Ablationselektroden in Millimeter.	62
Abb. 25: Hauptrhythmus bei Prozedurbeginn: Sinusrhythmus, Vorhofflimmern, Vorhofflattern, Schrittmacherrhythmus und anderer, nicht weiter bezeichneter Rhythmus.....	64
Abb. 26: Hauptrhythmus der Patienten während der Katheterablation.	65
Abb. 27: Dokumentierter Hauptrhythmus der Patienten nach der Katheterablation.	66
Abb. 28: Aufgetretene Akutkomplikationen nach der Katheterablation bei Vorhofflimmern in Prozent.....	67
Abb. 29: Sonstige Komplikationen während des stationären Aufenthaltes nach der Ablation in Prozent.....	70

6.4 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Geschätzte zu erwartende Komplikationen bei einer Gesamtzahl von 1000 Patienten	27
Tab. 2: Ergebnisse der transösophagealen Echokardiographie: Vorliegen von intrakardialen Thromben, gemessene Flussgeschwindigkeiten in den Pulmonalvenen und anatomische Varianten.	54
Tab. 3: Die vor der Katheterablation gemessenen Blutgerinnungswerte INR und PTT.	55
Tab. 4: Häufigkeitsverteilung der gefundenen Stenosen in der Pulmonalvenenangiographie.	58
Tab. 5: Vergleich kürzlich veröffentlichter Studien und deren Komplikationsraten mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit.....	87

7 Literaturverzeichnis

- Aidietis, A., Rucinskas, K., Sirvydis, V., Jurkuvenas, P., Grebelis, A., Marinskis, G., Uzdavinys, G. 2004. [Radiofrequency modified maze procedure with mitral valve surgery: mid-term follow-up results]. *Medicina (Kaunas)*, 40 Suppl 1, 1-6.
- Aliot, E., De Chillou, C., Sadoul, N. 2002. Catheter ablation or modulation of the AV node. *Card Electrophysiol Rev*, 6, 406-13.
- Allessie, M. A., Bonke, F. I., Schopman, F. J. 1972. Circus movement in atrial muscle as a mechanism of supraventricular tachycardia. *J Physiol (Paris)*, 65, Suppl:324A.
- Alvarez Lopez, M., Rodriguez Font, E., Garcia Alberola, A. 2005. [Spanish catheter ablation registry. Fourth official report of the spanish society of cardiology working group on electrophysiology and arrhythmias (2004)]. *Rev Esp Cardiol*, 58, 1450-8.
- Arentz, T., Weber, R., Burkle, G., Herrera, C., Blum, T., Stockinger, J., Minners, J., Neumann, F. J., Kalusche, D. 2007. Small or large isolation areas around the pulmonary veins for the treatment of atrial fibrillation? Results from a prospective randomized study. *Circulation*, 115, 3057-63.
- Atarashi, H., Ogawa, S., Inoue, H. 2008. Relationship between subjective symptoms and trans-telephonic ECG findings in patients with symptomatic paroxysmal atrial fibrillation and flutter. *J Cardiol*, 52, 102-10.
- Avitall, B., Urboniene, D., Rozmus, G., Lafontaine, D., Helms, R., Urbonas, A. 2003. New cryotechnology for electrical isolation of the pulmonary veins. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 14, 281-6.
- Baker, M. J., Panchal, P. C., Allenby, P. A. 2010. Life-threatening GI hemorrhage caused by atriopharyngeal fistula: a rare complication after catheter ablation for atrial fibrillation. *Gastrointest Endosc*, 72, 887-9.

- Bellandi, F., Dabizzi, R. P., Niccoli, L., Cantini, F., Palchetti, R. 1996. [Propafenone and sotalol: long-term efficacy and tolerability in the prevention of paroxysmal atrial fibrillation. A placebo-controlled double-blind study]. *G Ital Cardiol*, 26, 379-90.
- Benjamin, E. J., Levy, D., Vaziri, S. M., D'agostino, R. B., Belanger, A. J., Wolf, P. A. 1994. Independent risk factors for atrial fibrillation in a population-based cohort. The Framingham Heart Study. *JAMA*, 271, 840-4.
- Bertaglia, E., Zoppo, F., Tondo, C., Colella, A., Mantovan, R., Senatore, G., Bottoni, N., Carreras, G., Coro, L., Turco, P., Mantica, M., Stabile, G. 2007. Early complications of pulmonary vein catheter ablation for atrial fibrillation: a multicenter prospective registry on procedural safety. *Heart Rhythm*, 4, 1265-71.
- Bielik, H., Schrickel, J., Shlevkov, N., Yang, A., Schwab, J. O., Bitzen, A., Luderitz, B., Lewalter, T. 2005. Pharmacological and ablative hybrid therapy of atrial fibrillation. Long-term effect on quality of life and arrhythmia-related symptoms. *Z Kardiol*, 94, 564-9.
- Bonhorst, D., Mendes, M., Adragao, P., De Sousa, J., Primo, J., Leiria, E., Rocha, P. 2010. Prevalence of atrial fibrillation in the Portuguese population aged 40 and over: the FAMA study. *Rev Port Cardiol*, 29, 331-50.
- Bonke, F. I., Allessie, M. A., Bouman, L. N. 1975. Reentry in the atrium. *Bull Schweiz Akad Med Wiss*, 31, 33-44.
- Brooks, A. G., Stiles, M. K., Laborderie, J., Lau, D. H., Kuklik, P., Shipp, N. J., Hsu, L. F., Sanders, P. 2010. Outcomes of long-standing persistent atrial fibrillation ablation: a systematic review. *Heart Rhythm*, 7, 835-46.
- Bubien, R. S., Knotts-Dolson, S. M., Plumb, V. J., Kay, G. N. 1996. Effect of radiofrequency catheter ablation on health-related quality of life and activities of daily living in patients with recurrent arrhythmias. *Circulation*, 94, 1585-91.
- Bunch, T. J., Crandall, B. G., Weiss, J. P., May, H. T., Bair, T. L., Osborn, J. S., Anderson, J. L., Muhlestein, J. B., Horne, B. D., Lappe, D. L., Day,

J. D. 2011. Patients treated with catheter ablation for atrial fibrillation have long-term rates of death, stroke, and dementia similar to patients without atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 22, 839-45.

Calkins, H., Brugada, J., Packer, D. L., Cappato, R., Chen, S. A., Crijns, H. J., Damiano, R. J., Jr., Davies, D. W., Haines, D. E., Haissaguerre, M., Iesaka, Y., Jackman, W., Jais, P., Kottkamp, H., Kuck, K. H., Lindsay, B. D., Marchlinski, F. E., McCarthy, P. M., Mont, J. L., Morady, F., Nademanee, K., Natale, A., Pappone, C., Prystowsky, E., Raviele, A., Ruskin, J. N., Shemin, R. J. 2007. HRS/EHRA/ECAS expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation: recommendations for personnel, policy, procedures and follow-up. A report of the Heart Rhythm Society (HRS) Task Force on Catheter and Surgical Ablation of Atrial Fibrillation developed in partnership with the European Heart Rhythm Association (EHRA) and the European Cardiac Arrhythmia Society (ECAS); in collaboration with the American College of Cardiology (ACC), American Heart Association (AHA), and the Society of Thoracic Surgeons (STS). Endorsed and approved by the governing bodies of the American College of Cardiology, the American Heart Association, the European Cardiac Arrhythmia Society, the European Heart Rhythm Association, the Society of Thoracic Surgeons, and the Heart Rhythm Society. *Europace*, 9, 335-79.

Camm, A. J., Kirchhof, P., Lip, G. Y., Schotten, U., Savelieva, I., Ernst, S., Van Gelder, I. C., Al-Attar, N., Hindricks, G., Prendergast, B., Heidbuchel, H., Alfieri, O., Angelini, A., Atar, D., Colonna, P., De Caterina, R., De Sutter, J., Goette, A., Gorenek, B., Heldal, M., Hohloser, S. H., Kolh, P., Le Heuzey, J. Y., Ponikowski, P., Rutten, F. H. 2010. Guidelines for the management of atrial fibrillation: the Task Force for the Management of Atrial Fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*, 31, 2369-429.

Cappato, R., Calkins, H., Chen, S. A., Davies, W., Iesaka, Y., Kalman, J., Kim, Y. H., Klein, G., Natale, A., Packer, D., Skanes, A. 2009. Prevalence and causes of fatal outcome in catheter ablation of atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol*, 53, 1798-803.

Cappato, R., Calkins, H., Chen, S. A., Davies, W., Iesaka, Y., Kalman, J., Kim, Y. H., Klein, G., Natale, A., Packer, D., Skanes, A., Ambrogi, F., Biganzoli, E. 2010. Updated worldwide survey on the methods,

efficacy, and safety of catheter ablation for human atrial fibrillation. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 3, 32-8.

Cappato, R., Calkins, H., Chen, S. A., Davies, W., Iesaka, Y., Kalman, J., Kim, Y. H., Klein, G., Packer, D., Skanes, A. 2005. Worldwide survey on the methods, efficacy, and safety of catheter ablation for human atrial fibrillation. *Circulation*, 111, 1100-5.

Carlsson, J., Miketic, S., Windeler, J., Cuneo, A., Haun, S., Micus, S., Walter, S., Tebbe, U. 2003. Randomized trial of rate-control versus rhythm-control in persistent atrial fibrillation: the Strategies of Treatment of Atrial Fibrillation (STAF) study. *J Am Coll Cardiol*, 41, 1690-6.

Chakravarty, S., Chatterjee, S. 2012. Efficacy of hybrid therapy in the form of right atrial ablation and adjunctive therapy in refractory atrial fibrillation in symptomatic patients. *Am J Ther*, 19, 18-20.

Chao, T. F., Sung, S. H., Wang, K. L., Lin, Y. J., Chang, S. L., Lo, L. W., Hu, Y. F., Tuan, T. C., Suenari, K., Li, C. H., Ueng, K. C., Wu, T. J., Chen, S. A. 2011. Associations between the atrial electromechanical interval, atrial remodelling and outcome of catheter ablation in paroxysmal atrial fibrillation. *Heart*, 97, 225-30.

Chierchia, G. B., Capulzini, L., Droogmans, S., Sorgente, A., Sarkozy, A., Muller-Burri, A., Paparella, G., De Asmundis, C., Yazaki, Y., Kerkhove, D., Van Camp, G., Brugada, P. 2010. Pericardial effusion in atrial fibrillation ablation: a comparison between cryoballoon and radiofrequency pulmonary vein isolation. *Europace*, 12, 337-41.

Chong, J. J., Kumar, S., Thomas, L., Thomas, S. 2006. Supraventricular ectopy and recurrence of atrial fibrillation after electrical cardioversion. *Europace*, 8, 341-4.

Cox, J. L., Ad, N. 2000. New surgical and catheter-based modifications of the Maze procedure. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*, 12, 68-73.

Cox, J. L., Schuessler, R. B., Boineau, J. P. 1991. The surgical treatment of atrial fibrillation. I. Summary of the current concepts of the mechanisms of atrial flutter and atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 101, 402-5.

- Dagres, N., Hindricks, G., Kottkamp, H., Sommer, P., Gaspar, T., Bode, K., Arya, A., Husser, D., Rallidis, L. S., Kremastinos, D. T., Piorkowski, C. 2009. Complications of atrial fibrillation ablation in a high-volume center in 1,000 procedures: still cause for concern? *J Cardiovasc Electrophysiol*, 20, 1014-9.
- De Chillou, C., Magnin-Poull, I., Andronache, M., Abdelaal, A., Groben, L., Aliot, E. 2009. [Ablation of atrial fibrillation: new technologies and challenges]. *Ann Cardiol Angeiol (Paris)*, 58 Suppl 1, S67-9.
- Defauw, J. J., Guiraudon, G. M., Van Hemel, N. M., Vermeulen, F. E., Kingma, J. H., De Bakker, J. M. 1992. Surgical therapy of paroxysmal atrial fibrillation with the "corridor" operation. *Ann Thorac Surg*, 53, 564-70; discussion 571.
- Della Bella, P., Riva, S., Fassini, G., Casella, M., Carbuicchio, C., Trevisi, N., Berti, M., Giraldi, F., Maccabelli, G. 2005. Long-term follow-up after radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation: role of the acute procedure outcome and of the clinical presentation. *Europace*, 7, 95-103.
- Di Biase, L., Burkhardt, J. D., Mohanty, P., Sanchez, J., Horton, R., Gallinghouse, G. J., Lakkireddy, D., Verma, A., Khaykin, Y., Hongo, R., Hao, S., Beheiry, S., Pelargonio, G., Dello Russo, A., Casella, M., Santarelli, P., Santangeli, P., Wang, P., Al-Ahmad, A., Patel, D., Themistoclakis, S., Bonso, A., Rossillo, A., Corrado, A., Raviele, A., Cummings, J. E., Schweikert, R. A., Lewis, W. R., Natale, A. 2010. Periprocedural stroke and management of major bleeding complications in patients undergoing catheter ablation of atrial fibrillation: the impact of periprocedural therapeutic international normalized ratio. *Circulation*, 121, 2550-6.
- Di Biase, L., Burkhardt, J. D., Mohanty, P., Sanchez, J., Mohanty, S., Horton, R., Gallinghouse, G. J., Bailey, S. M., Zagrodzky, J. D., Santangeli, P., Hao, S., Hongo, R., Beheiry, S., Themistoclakis, S., Bonso, A., Rossillo, A., Corrado, A., Raviele, A., Al-Ahmad, A., Wang, P., Cummings, J. E., Schweikert, R. A., Pelargonio, G., Dello Russo, A., Casella, M., Santarelli, P., Lewis, W. R., Natale, A. 2010. Left atrial appendage: an underrecognized trigger site of atrial fibrillation. *Circulation*, 122, 109-18.

- Dill, T., Neumann, T., Ekinci, O., Breidenbach, C., John, A., Erdogan, A., Bachmann, G., Hamm, C. W., Pitschner, H. F. 2003. Pulmonary vein diameter reduction after radiofrequency catheter ablation for paroxysmal atrial fibrillation evaluated by contrast-enhanced three-dimensional magnetic resonance imaging. *Circulation*, 107, 845-50.
- Dinh, T., Baur, L. H., Pisters, R., Kamp, O., Verheugt, F. W., Smeets, J. L., Cheriex, E. C., Tieleman, R. G., Prins, M. H., Crijns, H. J. 2011. Feasibility of TEE-guided stroke risk assessment in atrial fibrillation-background, aims, design and baseline data of the TIARA pilot study. *Neth Heart J*, 19, 214-22.
- Disertori, M., Lombardi, F., Barlera, S., Maggioni, A. P., Favero, C., Franzosi, M. G., Lucci, D., Staszewsky, L., Fabbri, G., Quintarelli, S., Bianconi, L., Latini, R. 2011. Clinical characteristics of patients with asymptomatic recurrences of atrial fibrillation in the Gruppo Italiano per lo Studio della Sopravvivenza nell'Infarto Miocardico-Atrial Fibrillation (GISSI-AF) trial. *Am Heart J*, 162, 382-9.
- Dorian, P., Guerra, P. G., Kerr, C. R., O'donnell, S. S., Crystal, E., Gillis, A. M., Mitchell, L. B., Roy, D., Skanes, A. C., Rose, M. S., Wyse, D. G. 2009. Validation of a new simple scale to measure symptoms in atrial fibrillation: the Canadian Cardiovascular Society Severity in Atrial Fibrillation scale. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2, 218-24.
- Eldar, M., Canetti, M., Rotstein, Z., Boyko, V., Gottlieb, S., Kaplinsky, E., Behar, S. 1998. Significance of paroxysmal atrial fibrillation complicating acute myocardial infarction in the thrombolytic era. SPRINT and Thrombolytic Survey Groups. *Circulation*, 97, 965-70.
- Emre, U., Rantanen, K., Tatlisumak, T. 2007. Antithrombotic treatment in the prevention of ischemic stroke. *Curr Drug Targets*, 8, 817-23.
- Ernst, S., Henningsen, C., Reisewitz, G., Kuck, K. H. 2002. [Secondary catheter ablation of atrial fibrillation]. *Herz*, 27, 370-7.
- Ernst, S., Ouyang, F., Schneider, B., Kuck, K. H. 2000. Prevention of atrial fibrillation by complete compartmentalization of the left atrium using a catheter technique. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 11, 686-90.

- Eversull, C. S., Lin, B., Irani, A. R., Quigley, M. L., Mourlas, N. J., Hsia, H. H., Zei, P. C., Al-Ahmad, A., Wang, P. J. 2009. Direct visualization of cardiac radiofrequency ablation lesions. *J Cardiovasc Transl Res*, 2, 198-201.
- Feinberg, W. M., Blackshear, J. L., Laupacis, A., Kronmal, R., Hart, R. G. 1995. Prevalence, age distribution, and gender of patients with atrial fibrillation. Analysis and implications. *Arch Intern Med*, 155, 469-73.
- Feld, G. K., Sawhney, N. 2009. What is the optimal approach for ablation of paroxysmal atrial fibrillation? *Heart Rhythm*, 6, S23-8.
- Foldesi, C., Kardos, A., Mihalcz, A., Som, Z., Hodi, G., Andreka, P., Szili-Torok, T. 2008. [New method for the treatment of atrial fibrillation: circumferential cryoballoon ablation of the pulmonary vein]. *Orv Hetil*, 149, 1779-84.
- Garcia-Bolao, I., Macias-Gallego, A., Diaz-Infante, E. 2007. [Spanish catheter ablation registry. Sixth official report of the Spanish Society of Cardiology Working group on Electrophysiology and Arrhythmias (2006)]. *Rev Esp Cardiol*, 60, 1188-96.
- Go, A. S., Hylek, E. M., Phillips, K. A., Chang, Y., Henault, L. E., Selby, J. V., Singer, D. E. 2001. Prevalence of diagnosed atrial fibrillation in adults: national implications for rhythm management and stroke prevention: the AnTicoagulation and Risk Factors in Atrial Fibrillation (ATRIA) Study. *JAMA*, 285, 2370-5.
- Guize, L., Lavergne, T., Sebag, C., Messali, A., Ait Said, M., Paziand, O., Le Heuzey, J. Y. 2004. [Catheter cryoablation for the treatment of supraventricular arrhythmias]. *Bull Acad Natl Med*, 188, 219-29; discussion 230-2.
- Haeusler, K. G., Koch, L., Ueberreiter, J., Endres, M., Schultheiss, H. P., Heuschmann, P. U., Schirdewan, A., Fiebach, J. B. 2010. Stroke risk associated with balloon based catheter ablation for atrial fibrillation: Rationale and design of the MACPAF Study. *BMC Neurol*, 10, 63.
- Haissaguerre, M., Hocini, M., Sanders, P., Sacher, F., Rotter, M., Takahashi, Y., Rostock, T., Hsu, L. F., Bordachar, P., Reuter, S., Roudaut, R., Clementy, J., Jais, P. 2005. Catheter ablation of long-lasting persistent

atrial fibrillation: clinical outcome and mechanisms of subsequent arrhythmias. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 16, 1138-47.

Haissaguerre, M., Jais, P., Shah, D. C., Arentz, T., Kalusche, D., Takahashi, A., Garrigue, S., Hocini, M., Peng, J. T., Clementy, J. 2000. Catheter ablation of chronic atrial fibrillation targeting the reinitiating triggers. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 11, 2-10.

Haissaguerre, M., Jais, P., Shah, D. C., Takahashi, A., Hocini, M., Quiniou, G., Garrigue, S., Le Mouroux, A., Le Metayer, P., Clementy, J. 1998. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med*, 339, 659-66.

Haissaguerre, M., Sanders, P., Hocini, M., Takahashi, Y., Rotter, M., Sacher, F., Rostock, T., Hsu, L. F., Bordachar, P., Reuter, S., Roudaut, R., Clementy, J., Jais, P. 2005. Catheter ablation of long-lasting persistent atrial fibrillation: critical structures for termination. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 16, 1125-37.

Halperin, J. L. 2005. Anticoagulation for atrial fibrillation in the elderly. *Am J Geriatr Cardiol*, 14, 81-6.

Hart, R. G. 1994. Prevention of stroke in atrial fibrillation: an update. *Health Rep*, 6, 126-31.

Hindricks, G. 1993. The Multicentre European Radiofrequency Survey (MERFS): complications of radiofrequency catheter ablation of arrhythmias. The Multicentre European Radiofrequency Survey (MERFS) investigators of the Working Group on Arrhythmias of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*, 14, 1644-53.

Hohler, H. 2005. Vorhofflimmern Risikostratifizierung, Therapie und Prophylaxe. *Med Klin (Munich)*, 100, 636-49.

Holmes, D. R., Jr., Monahan, K. H., Packer, D. 2009. Pulmonary vein stenosis complicating ablation for atrial fibrillation: clinical spectrum and interventional considerations. *JACC Cardiovasc Interv*, 2, 267-76.

Huang, D. T., Monahan, K. M., Zimetbaum, P., Papageorgiou, P., Epstein, L. M., Josephson, M. E. 1998. Hybrid pharmacologic and ablative

therapy: a novel and effective approach for the management of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 9, 462-9.

Hunter, R. J., Schilling, R. J. 2010. Long-term outcome after catheter ablation for atrial fibrillation: safety, efficacy and impact on prognosis. *Heart*, 96, 1259-63.

Hussein, A. A., Martin, D. O., Saliba, W., Patel, D., Karim, S., Batal, O., Banna, M., Williams-Andrews, M., Sherman, M., Kanj, M., Bhargava, M., Dresing, T., Callahan, T., Tchou, P., Di Biase, L., Beheiry, S., Lindsay, B., Natale, A., Wazni, O. 2009. Radiofrequency ablation of atrial fibrillation under therapeutic international normalized ratio: a safe and efficacious periprocedural anticoagulation strategy. *Heart Rhythm*, 6, 1425-9.

Ionescu-Iltu, R., Abrahamowicz, M., Pilote, L. 2012. Treatment effect estimates varied depending on the definition of the provider prescribing preference-based instrumental variables. *J Clin Epidemiol*, 65, 155-62.

Jais, P., Hocini, M., Hsu, L. F., Sanders, P., Scavee, C., Weerasooriya, R., Macle, L., Raybaud, F., Garrigue, S., Shah, D. C., Le Metayer, P., Clementy, J., Haissaguerre, M. 2004. Technique and results of linear ablation at the mitral isthmus. *Circulation*, 110, 2996-3002.

Kannel, W. B., Abbott, R. D., Savage, D. D., Mcnamara, P. M. 1983. Coronary heart disease and atrial fibrillation: the Framingham Study. *Am Heart J*, 106, 389-96.

Kannel, W. B., Benjamin, E. J. 2008. Status of the epidemiology of atrial fibrillation. *Med Clin North Am*, 92, 17-40, ix.

Kaur, M., Gupta, B., Sinha, C., Dey, C. K. 2011. Ultrasound: Contemporary tool for missed pericardial effusion in a trauma patient. *Indian J Anaesth*, 55, 434-5.

Kay, G. N., Ellenbogen, K. A., Giudici, M., Redfield, M. M., Jenkins, L. S., Mianulli, M., Wilkoff, B. 1998. The Ablate and Pace Trial: a prospective study of catheter ablation of the AV conduction system and permanent pacemaker implantation for treatment of atrial fibrillation. APT Investigators. *J Interv Card Electrophysiol*, 2, 121-35.

- Kirchhof, P., Lip, G. Y., Van Gelder, I. C., Bax, J., Hylek, E., Kaab, S., Schotten, U., Wegscheider, K., Boriani, G., Brandes, A., Ezekowitz, M., Diener, H., Haegeli, L., Heidbuchel, H., Lane, D., Mont, L., Willems, S., Dorian, P., Aunes-Jansson, M., Blomstrom-Lundqvist, C., Borentain, M., Breitenstein, S., Brueckmann, M., Cater, N., Clemens, A., Dobrev, D., Dubner, S., Edvardsson, N. G., Friberg, L., Goette, A., Gulizia, M., Hatala, R., Horwood, J., Szumowski, L., Kappenberger, L., Kautzner, J., Leute, A., Lobban, T., Meyer, R., Millerhagen, J., Morgan, J., Muenzel, F., Nabauer, M., Baertels, C., Oeff, M., Paar, D., Polifka, J., Ravens, U., Rosin, L., Stegink, W., Steinbeck, G., Vardas, P., Vincent, A., Walter, M., Breithardt, G., Camm, A. J. 2012. Comprehensive risk reduction in patients with atrial fibrillation: emerging diagnostic and therapeutic options--a report from the 3rd Atrial Fibrillation Competence NETwork/European Heart Rhythm Association consensus conference. *Europace*, 14, 8-27.
- Kistler, P. M., Earley, M. J., Harris, S., Abrams, D., Ellis, S., Sporton, S. C., Schilling, R. J. 2006. Validation of three-dimensional cardiac image integration: use of integrated CT image into electroanatomic mapping system to perform catheter ablation of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 17, 341-8.
- Klein, G., Gardiwal, A., Oswald, H. 2008. Catheter-based cryoablation of atrial fibrillation: state of the art. *Minerva Cardioangiol*, 56, 623-33.
- Klemm, H. U., Ventura, R., Rostock, T., Brandstrup, B., Risius, T., Meinertz, T., Willems, S. 2006. Correlation of symptoms to ECG diagnosis following atrial fibrillation ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 17, 146-50.
- Knaut, M., Tugtekin, S. M., Matschke, K. 2004. Re: Doll N, et al. Esophageal perforation during left atrial radiofrequency ablation: is the risk too high? *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003 Apr;125(4):836-42. *Thorac Cardiovasc Surg*, 52, 124.
- Kobayashi, T., Komiya, T., Tamura, N., Sakaguchi, G., Sunagawa, G., Murashita, T., Watadani, K., Kanno, K., Hayashi, S., Watanabe, H., Ito, J., Sakai, J. 2010. [Long-term result of the maze procedure for atrial fibrillation]. *Kyobu Geka*, 63, 271-5.

- Koektuerk, B., Chun, J. K., Wissner, E., Schmidt, B., Ernst, S., Ouyang, F., Kuck, K. H. 2011. Cavotricuspid Isthmus Anatomy Determines The Success Of Remote Controlled Magnetic Bidirectional Block: A Comparison Between Magnetic 8-mm Solid Tip And 3.5-mm Magnetic Irrigated Tip Catheter. *Indian Pacing Electrophysiol J*, 11, 103-14.
- Kompetenznetz, V. 2006. *Das Kompetenznetz Vorhofflimmern* [Online]. Münster. URL: www.kompetenznetz-vorhofflimmern.de/patienten/index.php [Stand: 13.01.2012, 19:57].
- Koyama, T., Sekiguchi, Y., Tada, H., Arimoto, T., Yamasaki, H., Kuroki, K., Machino, T., Tajiri, K., Zhu, X. D., Kanemoto, M., Sugiyasu, A., Kuga, K., Aonuma, K. 2009. Comparison of characteristics and significance of immediate versus early versus no recurrence of atrial fibrillation after catheter ablation. *Am J Cardiol*, 103, 1249-54.
- Krahn, A. D., Manfreda, J., Tate, R. B., Mathewson, F. A., Cuddy, T. E. 1995. The natural history of atrial fibrillation: incidence, risk factors, and prognosis in the Manitoba Follow-Up Study. *Am J Med*, 98, 476-84.
- Kuhne, M., Schaer, B., Ammann, P., Suter, Y., Osswald, S., Sticherling, C. 2010. Cryoballoon ablation for pulmonary vein isolation in patients with paroxysmal atrial fibrillation. *Swiss Med Wkly*, 140, 214-21.
- Lammers, W. J., Allessie, M. A. 1993. Pathophysiology of atrial fibrillation: current aspects. *Herz*, 18, 1-8.
- Latcu, D. G., Ricard, P., Zarqane, N., Yaici, K., Rinaldi, J. P., Maluski, A., Saoudi, N. 2009. Robotic magnetic navigation for ablation of human arrhythmias: initial experience. *Arch Cardiovasc Dis*, 102, 419-25.
- Lavalle, C., Ricci, R. P., Santini, M. 2010. Atrial tachyarrhythmias and cardiac resynchronisation therapy: clinical and therapeutic implications. *Heart*, 96, 1174-8.
- Levy, S., Maarek, M., Coumel, P., Guize, L., Lekieffre, J., Medvedowsky, J. L., Sebaoun, A. 1999. Characterization of different subsets of atrial fibrillation in general practice in France: the ALFA study. The College of French Cardiologists. *Circulation*, 99, 3028-35.

- Lickfett, L., Lewalter, T., Nickenig, G., Naehle, P. 2007. Common trunk of the right and left inferior pulmonary veins: previously unreported anatomic variant with implications for catheter ablation. *Heart Rhythm*, 4, 1244-5.
- Lim, P. B., Malcolme-Lawes, L. C., Stuber, T., Wright, I., Francis, D. P., Davies, D. W., Peters, N. S., Kanagaratnam, P. 2011. Intrinsic cardiac autonomic stimulation induces pulmonary vein ectopy and triggers atrial fibrillation in humans. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 22, 638-46.
- Lin, Y. B., Xia, Y. L., Gao, L. J., Chu, Z. L., Cong, P. X., Chang, D., Yin, X. M., Zhang, S. L., Yang, D. H., Yang, Y. Z. 2009. [Chronic outcome of patients with paroxysmal atrial fibrillation post catheter ablation]. *Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi*, 37, 1101-4.
- Lo, L. W., Chen, S. A. 2010. Three-dimensional electroanatomic mapping systems in catheter ablation of atrial fibrillation. *Circ J*, 74, 18-23.
- Lu, Q., Tong, N., Liu, Y., Li, N., Tang, X., Zhao, J., Cao, H., Li, D., Gou, L., Zhang, Y., Wan, J., Jiang, L. 2009. Community-based population data indicates the significant alterations of insulin resistance, chronic inflammation and urine ACR in IFG combined IGT group among prediabetic population. *Diabetes Res Clin Pract*, 84, 319-24.
- Machino, T., Tada, H., Sekiguchi, Y., Tanaka, Y., Naito, S., Yamasaki, H., Arimoto, T., Igarashi, M., Kuroki, K., Seo, Y., Watanabe, S., Hoshizaki, H., Oshima, S., Taniguchi, K., Aonuma, K. 2010. Hybrid therapy of radiofrequency catheter ablation and percutaneous transvenous mitral commissurotomy in patients with atrial fibrillation and mitral stenosis. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 21, 284-9.
- Macias Gallego, A., Diaz-Infante, E., Garcia-Bolao, I. 2009. Spanish Catheter Ablation Registry. 8th official report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Electrophysiology and Arrhythmias (2008). *Rev Esp Cardiol*, 62, 1276-85.
- Macrae, C. A. 2009. Symptoms in atrial fibrillation: why keep score? *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2, 215-7.
- Makati, K. J., Alsheikh-Ali, A. A., Garlitski, A. C., Link, M. S., Homoud, M., Weinstock, J., Estes Iii, N. A. 2008. Advances in mechanisms of atrial

fibrillation: structural remodeling, high-frequency fractionated electrograms, and reentrant AF drivers. *J Interv Card Electrophysiol*, 23, 45-9.

Mansour, M., Holmvang, G., Sosnovik, D., Migrino, R., Abbara, S., Ruskin, J., Keane, D. 2004. Assessment of pulmonary vein anatomic variability by magnetic resonance imaging: implications for catheter ablation techniques for atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 15, 387-93.

Mattioli, A. V., Vivoli, D., Mattioli, G. 1998. Influence of pacing modalities on the incidence of atrial fibrillation in patients without prior atrial fibrillation. A prospective study. *Eur Heart J*, 19, 282-6.

Meshil, M. A., Bhakta, D. 2010. Nonpharmacological therapies for atrial fibrillation. *Cardiovasc Ther*, 28, 264-77.

Miyazaki, S., Shah, A. J., Scherr, D., Haissaguerre, M. 2011. Atrial fibrillation: pathophysiology and current therapy. *Ann Med*, 43, 425-36.

Moe, G. K., Abildskov, J. A. 1959. Atrial fibrillation as a self-sustaining arrhythmia independent of focal discharge. *Am Heart J*, 58, 59-70.

Mutlak, H., Humpich, M., Zacharowski, K., Lehmann, R., Meininger, D. 2011. [Valvular heart disease: anesthesia in non-cardiac surgery]. *Anaesthesist*, 60, 799-813.

Nabar, A., Rodriguez, L. M., Timmermans, C., Smeets, J. L., Wellens, H. J. 1999. Radiofrequency ablation of "class IC atrial flutter" in patients with resistant atrial fibrillation. *Am J Cardiol*, 83, 785-7, A10.

Nabar, A., Rodriguez, L. M., Timmermans, C., Van Mechelen, R., Wellens, H. J. 2001. Class IC antiarrhythmic drug induced atrial flutter: electrocardiographic and electrophysiological findings and their importance for long term outcome after right atrial isthmus ablation. *Heart*, 85, 424-9.

Naccarelli, G. V., Johnston, S. S., Lin, J., Patel, P. P., Schulman, K. L. 2010. Cost burden of cardiovascular hospitalization and mortality in

- ATHENA-like patients with atrial fibrillation/atrial flutter in the United States. *Clin Cardiol*, 33, 270-9.
- Nademanee, K., Lockwood, E., Oketani, N., Gidney, B. 2010. Catheter ablation of atrial fibrillation guided by complex fractionated atrial electrogram mapping of atrial fibrillation substrate. *J Cardiol*, 55, 1-12.
- Nademanee, K., Mckenzie, J., Kosar, E., Schwab, M., Sunsaneewitayakul, B., Vasavakul, T., Khunnawat, C., Ngarmukos, T. 2004. A new approach for catheter ablation of atrial fibrillation: mapping of the electrophysiologic substrate. *J Am Coll Cardiol*, 43, 2044-53.
- Nath, S., Haines, D. E. 1995. Biophysics and pathology of catheter energy delivery systems. *Prog Cardiovasc Dis*, 37, 185-204.
- Nedostup, A. V., Blagova, O. V., Bogdanova, E. A., Platonova, A. A. 2004. [Correction of rate and structure of ventricular rhythm in permanent atrial fibrillation: a novel pathogenetic approach]. *Kardiologija*, 44, 31-8.
- Neumann, T., Kuniss, M., Conradi, G., Sperzel, J., Berkowitsch, A., Zaltsberg, S., Wojcik, M., Erkapic, D., Dill, T., Hamm, C. W., Pitschner, H. F. 2009. Pulmonary vein stenting for the treatment of acquired severe pulmonary vein stenosis after pulmonary vein isolation: clinical implications after long-term follow-up of 4 years. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 20, 251-7.
- O'Neill, M. D., Jais, P., Takahashi, Y., Jonsson, A., Sacher, F., Hocini, M., Sanders, P., Rostock, T., Rotter, M., Parnat, A., Clementy, J., Haissaguerre, M. 2006. The stepwise ablation approach for chronic atrial fibrillation--evidence for a cumulative effect. *J Interv Card Electrophysiol*, 16, 153-67.
- Ouyang, F., Antz, M., Ernst, S., Hachiya, H., Mavrakis, H., Deger, F. T., Schaumann, A., Chun, J., Falk, P., Hennig, D., Liu, X., Bansch, D., Kuck, K. H. 2005. Recovered pulmonary vein conduction as a dominant factor for recurrent atrial tachyarrhythmias after complete circular isolation of the pulmonary veins: lessons from double Lasso technique. *Circulation*, 111, 127-35.

- Ozcan, C., Jahangir, A., Friedman, P. A., Patel, P. J., Munger, T. M., Rea, R. F., Lloyd, M. A., Packer, D. L., Hodge, D. O., Gersh, B. J., Hammill, S. C., Shen, W. K. 2001. Long-term survival after ablation of the atrioventricular node and implantation of a permanent pacemaker in patients with atrial fibrillation. *N Engl J Med*, 344, 1043-51.
- Page, R. L., Wilkinson, W. E., Clair, W. K., Mccarthy, E. A., Pritchett, E. L. 1994. Asymptomatic arrhythmias in patients with symptomatic paroxysmal atrial fibrillation and paroxysmal supraventricular tachycardia. *Circulation*, 89, 224-7.
- Pak, H. N., Hwang, C., Lim, H. E., Kim, J. W., Lee, H. S., Kim, Y. H. 2006. Electroanatomic characteristics of atrial premature beats triggering atrial fibrillation in patients with persistent versus paroxysmal atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 17, 818-24.
- Pappone, C., Oral, H., Santinelli, V., Vicedomini, G., Lang, C. C., Manguso, F., Torracca, L., Benussi, S., Alfieri, O., Hong, R., Lau, W., Hirata, K., Shikuma, N., Hall, B., Morady, F. 2004. Atrio-esophageal fistula as a complication of percutaneous transcatheter ablation of atrial fibrillation. *Circulation*, 109, 2724-6.
- Pappone, C., Oreto, G., Lamberti, F., Vicedomini, G., Loricchio, M. L., Shpun, S., Rillo, M., Calabro, M. P., Conversano, A., Ben-Haim, S. A., Cappato, R., Chierchia, S. 1999. Catheter ablation of paroxysmal atrial fibrillation using a 3D mapping system. *Circulation*, 100, 1203-8.
- Pappone, C., Santinelli, V. 2005. Atrial fibrillation ablation: state of the art. *Am J Cardiol*, 96, 59L-64L.
- Patel, C., Salahuddin, M., Jones, A., Patel, A., Yan, G. X., Kowey, P. R. 2011. Atrial fibrillation: pharmacological therapy. *Curr Probl Cardiol*, 36, 87-120.
- Patel, D., Mohanty, P., Di Biase, L., Sanchez, J. E., Shaheen, M. H., Burkhardt, J. D., Bassouni, M., Cummings, J., Wang, Y., Lewis, W. R., Diaz, A., Horton, R. P., Beheiry, S., Hongo, R., Gallinghouse, G. J., Zagrodzky, J. D., Bailey, S. M., Al-Ahmad, A., Wang, P., Schweikert, R. A., Natale, A. 2010. Outcomes and complications of catheter ablation for atrial fibrillation in females. *Heart Rhythm*, 7, 167-72.

- Peichl, P., Cihak, R., Wichterle, D., Kautzner, J. 2011. [Catheter ablation in atrial fibrillation]. *Cas Lek Cesk*, 150, 14-9.
- Platia, E. V., Michelson, E. L., Porterfield, J. K., Das, G. 1989. Esmolol versus verapamil in the acute treatment of atrial fibrillation or atrial flutter. *Am J Cardiol*, 63, 925-9.
- Qian, Y., Meng, J., Tang, H., Yang, G., Deng, Y., Wei, D., Xiang, B., Xiao, X. 2010. Different structural remodelling in atrial fibrillation with different types of mitral valvular diseases. *Europace*, 12, 371-7.
- Rajiah, P., Kanne, J. P. 2010. Computed tomography of pulmonary venous variants and anomalies. *J Cardiovasc Comput Tomogr*, 4, 155-63.
- Rankin, A. C., Workman, A. J. 1999. Rate control in atrial fibrillation: role of atrial inputs to the AV node. *Cardiovasc Res*, 44, 249-51.
- Ravens, U. 2010. Antiarrhythmic therapy in atrial fibrillation. *Pharmacol Ther*, 128, 129-45.
- Reddy, V. Y., Morales, G., Ahmed, H., Neuzil, P., Dukkipati, S., Kim, S., Clemens, J., D'Avila, A. 2010. Catheter ablation of atrial fibrillation without the use of fluoroscopy. *Heart Rhythm*, 7, 1644-53.
- Refaat, M. M., Katz, W. E. 2011. Neoplastic pericardial effusion. *Clin Cardiol*, 34, 593-8.
- Reithmann, C., Hoffmann, E., Spitzlberger, G., Dorwarth, U., Gerth, A., Remp, T., Steinbeck, G. 2000. Catheter ablation of atrial flutter due to amiodarone therapy for paroxysmal atrial fibrillation. *Eur Heart J*, 21, 565-72.
- Richmond, L., Rajappan, K., Voth, E., Rangavajhala, V., Earley, M. J., Thomas, G., Harris, S., Sporton, S. C., Schilling, R. J. 2008. Validation of computed tomography image integration into the EnSite NavX mapping system to perform catheter ablation of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 19, 821-7.
- Rostock, T., Rotter, M., Sanders, P., Takahashi, Y., Jais, P., Hocini, M., Hsu, L. F., Sacher, F., Clementy, J., Haissaguerre, M. 2006. High-density

activation mapping of fractionated electrograms in the atria of patients with paroxysmal atrial fibrillation. *Heart Rhythm*, 3, 27-34.

Rostock, T., Steven, D., Hoffmann, B., Servatius, H., Drewitz, I., Sydow, K., Mullerleile, K., Ventura, R., Wegscheider, K., Meinertz, T., Willems, S. 2008. Chronic atrial fibrillation is a biatrial arrhythmia: data from catheter ablation of chronic atrial fibrillation aiming arrhythmia termination using a sequential ablation approach. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 1, 344-53.

Rostock, T., Steven, D., Lutomsky, B., Servatius, H., Drewitz, I., Klemm, H., Mullerleile, K., Ventura, R., Meinertz, T., Willems, S. 2008. Atrial fibrillation begets atrial fibrillation in the pulmonary veins on the impact of atrial fibrillation on the electrophysiological properties of the pulmonary veins in humans. *J Am Coll Cardiol*, 51, 2153-60.

Roten, L., Derval, N., Pascale, P., Scherr, D., Komatsu, Y., Shah, A., Ramoul, K., Denis, A., Sacher, F., Hocini, M., Haissaguerre, M., Jais, P. 2012. Current Hot Potatoes in Atrial Fibrillation Ablation. *Curr Cardiol Rev*.

Rother, J., Crijns, H. 2010. Prevention of Stroke in Patients with Atrial Fibrillation: The Role of New Antiarrhythmic and Antithrombotic Drugs. *Cerebrovasc Dis*, 30, 314-322.

Sagrista-Sauleda, J., Merce, A. S., Soler-Soler, J. 2011. Diagnosis and management of pericardial effusion. *World J Cardiol*, 3, 135-43.

Saito, T., Waki, K., Becker, A. E. 2000. Left atrial myocardial extension onto pulmonary veins in humans: anatomic observations relevant for atrial arrhythmias. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 11, 888-94.

Sanoski, C. A. 2009. Clinical, economic, and quality of life impact of atrial fibrillation. *J Manag Care Pharm*, 15, S4-9.

Sanoski, C. A. 2010. Prevalence, pathogenesis, and impact of atrial fibrillation. *Am J Health Syst Pharm*, 67, S11-6.

Santarpino, G., Rubino, A. S., Onorati, F., Curcio, A., Torella, D., Tucci, L., Indolfi, C., Renzulli, A. 2011. Atrial fibrillation ablation induces reverse

remodelling and impacts cardiac function. *Minerva Cardioangiol*, 59, 17-29.

Sawhney, N., Anousheh, R., Chen, W., Feld, G. K. 2010. Circumferential pulmonary vein ablation with additional linear ablation results in an increased incidence of left atrial flutter compared with segmental pulmonary vein isolation as an initial approach to ablation of paroxysmal atrial fibrillation. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 3, 243-8.

Schnabel, R. B., Sullivan, L. M., Levy, D., Pencina, M. J., Massaro, J. M., D'agostino, R. B., Sr., Newton-Cheh, C., Yamamoto, J. F., Magnani, J. W., Tadros, T. M., Kannel, W. B., Wang, T. J., Ellinor, P. T., Wolf, P. A., Vasan, R. S., Benjamin, E. J. 2009. Development of a risk score for atrial fibrillation (Framingham Heart Study): a community-based cohort study. *Lancet*, 373, 739-45.

Schuchert, A., Meinertz, T. 1999. [Comparison of permanent and paroxysmal atrial fibrillation on the clinical outcome following radiofrequency AV node catheter ablation]. *Z Kardiol*, 88, 823-7.

Schumacher, B., Jung, W., Lewalter, T., Vahlhaus, C., Wolpert, C., Luderitz, B. 1999. Radiofrequency ablation of atrial flutter due to administration of class IC antiarrhythmic drugs for atrial fibrillation. *Am J Cardiol*, 83, 710-3.

Shah, A. J., Haissaguerre, M., Hocini, M., Jais, P. 2010. Comparison of rhythm restoration strategies in paroxysmal atrial fibrillation. *Expert Rev Cardiovasc Ther*, 8, 903-6.

Smeets, J. L. 2005. Paroxysmal atrial fibrillation: why patients experience different symptoms from the same arrhythmia? *Neth J Med*, 63, 154-5.

Spragg, D. D., Dalal, D., Cheema, A., Scherr, D., Chilukuri, K., Cheng, A., Henrikson, C. A., Marine, J. E., Berger, R. D., Dong, J., Calkins, H. 2008. Complications of catheter ablation for atrial fibrillation: incidence and predictors. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 19, 627-31.

Stabile, G., De Simone, A., Turco, P., La Rocca, V., Nocerino, P., Astarita, C., Maresca, F., De Matteis, C., Di Napoli, T., Stabile, E., Vitale, D. F. 2001. Response to flecainide infusion predicts long-term success of

hybrid pharmacologic and ablation therapy in patients with atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol*, 37, 1639-44.

Stabile, G., Scaglione, M., Del Greco, M., De Ponti, R., Bongiorno, M. G., Zoppo, F., Soldati, E., Marazzi, R., Marini, M., Gaita, F., Iuliano, A., Bertaglia, E. 2012. Reduced fluoroscopy exposure during ablation of atrial fibrillation using a novel electroanatomical navigation system: a multicentre experience. *Europace*, 14, 60-5.

Stevenson, W. G., Stevenson, L. W., Middlekauff, H. R., Fonarow, G. C., Hamilton, M. A., Woo, M. A., Saxon, L. A., Natterson, P. D., Steimle, A., Walden, J. A., Tillisch, J. H. 1996. Improving survival for patients with atrial fibrillation and advanced heart failure. *J Am Coll Cardiol*, 28, 1458-63.

Tai, C. T., Chiang, C. E., Lee, S. H., Chen, Y. J., Yu, W. C., Feng, A. N., Ding, Y. A., Chang, M. S., Chen, S. A. 1999. Persistent atrial flutter in patients treated for atrial fibrillation with amiodarone and propafenone: electrophysiologic characteristics, radiofrequency catheter ablation, and risk prediction. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 10, 1180-7.

Takahashi, A. 2010. Catheter ablation is established as a treatment option for atrial fibrillation--is catheter ablation established as a treatment option of atrial fibrillation? (Pro). *Circ J*, 74, 1972-7.

Takahashi, A., Kuwahara, T., Takahashi, Y. 2009. Complications in the catheter ablation of atrial fibrillation: incidence and management. *Circ J*, 73, 221-6.

Takahashi, Y., O'Neill, M. D., Hocini, M., Reant, P., Jonsson, A., Jais, P., Sanders, P., Rostock, T., Rotter, M., Sacher, F., Laffite, S., Roudaut, R., Clementy, J., Haissaguerre, M. 2007. Effects of stepwise ablation of chronic atrial fibrillation on atrial electrical and mechanical properties. *J Am Coll Cardiol*, 49, 1306-14.

Tanner, H., Makowski, K., Roten, L., Seiler, J., Schwick, N., Muller, C., Fuhrer, J., Delacretaz, E. 2011. Catheter ablation of atrial fibrillation as first-line therapy--a single-centre experience. *Europace*, 13, 646-53.

- Thamilarasan, M., Klein, A. L. 1999. Factors relating to left atrial enlargement in atrial fibrillation: "chicken or the egg" hypothesis. *Am Heart J*, 137, 381-3.
- Thamilarasan, M., Klein, A. L. 2000. Transesophageal echocardiography (TEE) in atrial fibrillation. *Cardiol Clin*, 18, 819-31.
- Tsao, H. M., Chen, S. A. 2002. Evaluation of pulmonary vein stenosis after catheter ablation of atrial fibrillation. *Card Electrophysiol Rev*, 6, 397-400.
- Twidale, N., McDonald, T., Nave, K., Seal, A. 1998. Comparison of the effects of AV nodal ablation versus AV nodal modification in patients with congestive heart failure and uncontrolled atrial fibrillation. *Pacing Clin Electrophysiol*, 21, 641-51.
- Tzou, W. S., Marchlinski, F. E., Zado, E. S., Lin, D., Dixit, S., Callans, D. J., Cooper, J. M., Bala, R., Garcia, F., Hutchinson, M. D., Riley, M. P., Verdino, R., Gerstenfeld, E. P. 2010. Long Term Outcome after Successful Catheter Ablation of Atrial Fibrillation. *Circ Arrhythm Electrophysiol*.
- Van Belle, Y., Janse, P., Theuns, D., Szili-Torok, T., Jordaens, L. 2008. One year follow-up after cryoballoon isolation of the pulmonary veins in patients with paroxysmal atrial fibrillation. *Europace*, 10, 1271-6.
- Van Gelder, I. C., Hagens, V. E., Bosker, H. A., Kingma, J. H., Kamp, O., Kingma, T., Said, S. A., Darmanata, J. I., Timmermans, A. J., Tijssen, J. G., Crijns, H. J. 2002. A comparison of rate control and rhythm control in patients with recurrent persistent atrial fibrillation. *N Engl J Med*, 347, 1834-40.
- Van Herendael, H., Garcia, F., Lin, D., Riley, M., Bala, R., Cooper, J., Tzou, W., Hutchinson, M. D., Verdino, R., Gerstenfeld, E. P., Dixit, S., Callans, D. J., Tschabrunn, C. M., Zado, E. S., Marchlinski, F. E. 2011. Idiopathic right ventricular arrhythmias not arising from the outflow tract: prevalence, electrocardiographic characteristics, and outcome of catheter ablation. *Heart Rhythm*, 8, 511-8.
- Vasamreddy, C. R., Jayam, V., Lickfett, L., Nasir, K., Bradley, D. J., Eldadah, Z., Dickfeld, T., Donahue, K., Halperin, H. S., Berger, R., Calkins, H.

2004. Technique and results of pulmonary vein angiography in patients undergoing catheter ablation of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 15, 21-6.
- Verma, A., Macle, L., Cox, J., Skanes, A. C. 2011. Canadian Cardiovascular Society atrial fibrillation guidelines 2010: catheter ablation for atrial fibrillation/atrial flutter. *Can J Cardiol*, 27, 60-6.
- Verma, A., Natale, A. 2005. Should atrial fibrillation ablation be considered first-line therapy for some patients? Why atrial fibrillation ablation should be considered first-line therapy for some patients. *Circulation*, 112, 1214-22; discussion 1231.
- Verma, A., Sanders, P., Macle, L., Champagne, J., Nair, G. M., Calkins, H., Wilber, D. J. 2011. Selective CFAE targeting for atrial fibrillation study (SELECT AF): clinical rationale, design, and implementation. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 22, 541-7.
- Vierron, E., Halimi, J. M., Tichet, J., Balkau, B., Cogneau, J., Giraudeau, B. 2009. Center effect on ankle-brachial index measurement when using the reference method (Doppler and manometer): results from a large cohort study. *Am J Hypertens*, 22, 718-22.
- Wazni, O. M., Barrett, C., Martin, D. O., Shaheen, M., Tarakji, K., Baranowski, B., Hussein, A., Callahan, T., Dresing, T., Bhargava, M., Kanj, M., Tchou, P., Natale, A., Saliba, W. 2009. Experience with the hansen robotic system for atrial fibrillation ablation--lessons learned and techniques modified: Hansen in the real world. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 20, 1193-6.
- Wieland, S., Kikillus, N., Baas, T., Braecklein, M., Bolz, A. 2007. Screening device for identification of patients with paroxysmal atrial fibrillation to prevent ischemic strokes. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 2007, 3693-6.
- Wijffels, M. C., Kirchhof, C. J., Dorland, R., Allessie, M. A. 1995. Atrial fibrillation begets atrial fibrillation. A study in awake chronically instrumented goats. *Circulation*, 92, 1954-68.

- Willems, S., Drewitz, I., Steven, D., Hoffmann, B. A., Meinertz, T., Rostock, T. 2010. Möglichkeiten und Grenzen der interventionellen Therapie von Vorhofflimmern. *Dtsch Med Wochenschr*, 135 Suppl 2, S48-54.
- Willems, S., Hoffmann, B., Steven, D., Drewitz, I., Servatius, H., Mullerleile, K., Meinertz, T., Rostock, T. 2008. Katheterablation bei Vorhofflimmern: wann bereits klinisch etabliert, wann noch experimentell? *Herz*, 33, 402-11.
- Willems, S., Klemm, H., Rostock, T., Brandstrup, B., Ventura, R., Steven, D., Risius, T., Lutomsky, B., Meinertz, T. 2006. Substrate modification combined with pulmonary vein isolation improves outcome of catheter ablation in patients with persistent atrial fibrillation: a prospective randomized comparison. *Eur Heart J*, 27, 2871-8.
- Williamson, B. D., Man, K. C., Daoud, E., Niebauer, M., Strickberger, S. A., Morady, F. 1994. Radiofrequency catheter modification of atrioventricular conduction to control the ventricular rate during atrial fibrillation. *N Engl J Med*, 331, 910-7.
- Wolf, P. A., Abbott, R. D., Kannel, W. B. 1987. Atrial fibrillation: a major contributor to stroke in the elderly. The Framingham Study. *Arch Intern Med*, 147, 1561-4.
- Wolf, P. A., Abbott, R. D., Kannel, W. B. 1991. Atrial fibrillation as an independent risk factor for stroke: the Framingham Study. *Stroke*, 22, 983-8.
- Wu, M., Zhang, S., Dong, A., He, Z., Chen, S., Chen, R. 2010. Long-term outcomes of maze procedure plus valve replacement in treating rheumatic valve disease resulting in atrial fibrillation. *Ann Thorac Surg*, 89, 1942-9.
- Wyse, D. G., Waldo, A. L., Dimarco, J. P., Domanski, M. J., Rosenberg, Y., Schron, E. B., Kellen, J. C., Greene, H. L., Mickel, M. C., Dalquist, J. E., Corley, S. D. 2002. A comparison of rate control and rhythm control in patients with atrial fibrillation. *N Engl J Med*, 347, 1825-33.
- Xue, Y. Z., Wang, L. X. 2010. Contemporary management of atrial fibrillation: a brief review. *Adv Med Sci*, 55, 130-6.

- Yamane, T., Shah, D. C., Jais, P., Hocini, M., Peng, J. T., Deisenhofer, I., Clementy, J., Haissaguerre, M. 2002. Dilatation as a marker of pulmonary veins initiating atrial fibrillation. *J Interv Card Electrophysiol*, 6, 245-9.
- Zheng, L., Yao, Y., Zhang, S., Chen, W., Zhang, K., Wang, F., Chen, X., He, D. S., Kadish, A. H. 2009. Organized left atrial tachyarrhythmia during stepwise linear ablation for atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 20, 499-506.

8 Danksagung

Ausdrücklich möchte ich mich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. med. Stephan Willems, Direktor der Klinik für Kardiologie mit Schwerpunkt Elektrophysiologie bedanken, der mir diese interessante und lehrreiche Studienarbeit zur Verfügung stellte. Ohne die Möglichkeit die Räumlichkeiten der Klinik mit den Patienten und die erforderlichen technischen Hilfsmittel zu verwenden, wäre diese Arbeit gar nicht möglich gewesen.

Mein besonders herzlicher Dank richtet sich an meinen Betreuer Herrn Dr. med. Dipl.-Ing. Boris Alexander Hoffmann, der mir stets bei allen Fragen wissenschaftlicher und organisatorischer Art unterstützend und ermutigend zur Seite stand. Durch seinen großen Erfahrungsschatz bei wissenschaftlichen Studien wurde die freundschaftliche akademische Zusammenarbeit zu einer persönlichen und intellektuellen Bereicherung.

Insbesondere sei dem Institut für klinisch-kardiovaskuläre Forschung (IKKF) in München für die Projektentwicklung, das Projektmanagement, das Datenmanagement und das klinische Monitoring gedankt. Das IKKF war die contract research organisation des „Kompetenznetz Vorhofflimmern“ (AFNET, www.kompetenznetz-vorhofflimmern.de). Das AFNET wurde als medizinisch-wissenschaftliches Netzwerk vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und finanziert. Daher gilt auch dem BMBF mein ausgesprochener Dank.

Großen Dank auch an Herrn Prof. Dr. Jochen Senges, Herrn Dr. Steffen Schneider und Herrn Dr. Tobias Limbourg vom Institut für Herzinfarktforschung Ludwigshafen an der Universität Heidelberg sowie Herrn Prof. Dr. Karl Wegscheider vom Institut für Medizinische Biometrie und Epidemiologie der Universität Hamburg für die hervorragende Unterstützung bei der Datenanalyse und der statistischen Berechnungen.

Natürlich möchte ich mich auch bei all den kooperativen und freundlichen Mitarbeitern der Klinik für Kardiologie mit Schwerpunkt Elektrophysiologie bedanken.

Ein großes Dankeschön geht an meine wundervolle Familie, die mich jederzeit mit beachtlicher Anteilnahme, Motivation und Unterstützung begleitet hat. Ganz besonders danke ich meiner Mutter Margarita Walker-Heinzmann für die liebevolle und ausdauernde Hilfe in jeder Lebenslage. Meinem Vater Johann Ferdinando Walker, Facharzt für Allgemeinmedizin, sei herzlich für die zeitaufwändigen inhaltlichen und grammatikalischen Korrekturvorschläge gedankt. Meinem Zwillingsbruder Fernando danke ich von ganzem Herzen für die emotionale Teilnahme und den wertvollen brüderlichen Beistand.

9 Lebenslauf

Der Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version nicht veröffentlicht.

10 Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Hamburg, 27. September 2012