

Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauserkrankungen

**Die Entwicklung der
Radiofrequenzablation von
Vorhofflimmern in den Jahren 2000
bis 2009 am Beispiel der
Elektrophysiologie der
Elisabethinen Linz+**

Martinek M, Meyer Ch, Aichinger J
Nesser H-J, Pürerfellner H

*Journal für Kardiologie - Austrian
Journal of Cardiology* 2010; 17
(11-12), 412-418

Homepage:

www.kup.at/kardiologie

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche



Offizielles
Partnerjournal der ÖKG



Member of the ESC-Editor's Club



Offizielles Organ des
Österreichischen Herzfonds



ACVC
Association for
Acute CardioVascular Care

In Kooperation
mit der ACVC

Indexed in ESCI
part of Web of Science

Indexed in EMBASE

Veranstaltungskalender

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

Finden Sie alle laufend aktualisierten Termine
auf einem Blick unter

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

Die Entwicklung der Radiofrequenzablation von Vorhofflimmern in den Jahren 2000 bis 2009 am Beispiel der Elektrophysiologie der Elisabethinen Linz

M. Martinek, Ch. Meyer, J. Aichinger, H.-J. Nesser, H. Pürerfellner

Kurzfassung: *Einleitung:* Die Radiofrequenzablation (RFA) von Vorhofflimmern (VHF) wird seit nunmehr 10 Jahren an der Elektrophysiologie der Elisabethinen Linz erfolgreich angewendet. Ziel dieser Übersichtsarbeit ist die Aufarbeitung der Entwicklung dieser Methode in den Jahren nach der Erstbeschreibung, die Darstellung wichtiger Meilenstein-Studien sowie deren Einfluss auf die tägliche Praxis in unserem Elektrophysiologielabor. Zusätzlich sollen Verbesserungen der Methode aufgezeigt werden, welche Jahr für Jahr zu einer deutlichen Abnahme relevanter Komplikationen geführt haben und welche Thema einiger wissenschaftlichen Arbeiten unseres Labors waren. *Methodik:* 700 konsekutive Patienten (80 % männlich, 56 ± 10 Jahre) mit medikamentös therapierefraktärem und hochsymptomatischem VHF ($2,8 \pm 1,3$ unwirksame antiarrhythmische Medikamente) wurden zwischen Dezember 2000 und Dezember 2009 bei den Elisabethinen Linz einer linksatrialen RFA unterzogen. Alle demographischen sowie prozedurbezogenen Daten wurden im zeitlichen Kontext gegenübergestellt. Bei einer Anzahl von $1,3 \pm 0,5$ Prozeduren pro Patient ergibt sich eine Gesamtzahl von 952 VHF-Ablationen. *Ergebnisse:* Gemeinsamer Endpunkt aller RFA-Prozeduren für VHF ist nach wie vor die elektrische Diskonnektion der Pulmonalvenen (PV). Wurde zu Beginn noch eine segmental ostiale PV-Isolation durchgeführt, wird heute eine weite, zirkumferenzielle Isolationslinie zur Vermeidung von PV-Stenosen bevorzugt. Die Einführung elektroanatomischer Ortungssysteme erlaubte die dreidimensionale Lokalisation des Ablationskatheters, welche bisher nur fluoroskopisch erfolgt war, mit konsekutiver Senkung der Strahlenbelastung. In weiterer Folge konnten CT- oder Ultraschalldaten mit der elektroanato-

mischen Information verschmolzen werden und zu einer Verbesserung des Prozedurerfolges (aktuell 78–82 % für paroxysmales und 65–73 % für persistierendes VHF) bei gleichzeitiger Senkung der Komplikationsrate (aktuell um 1 % relevante Komplikationen) beitragen. Schrittweise kam es zur Einführung zusätzlicher linksatrialer Ablationslinien sowie zur RFA komplex fraktionierter Elektrogramme, um den Ablationserfolg bei persistierendem VHF (31 % der Patienten) zu verbessern. *Schlussfolgerung:* Mit der RFA von VHF steht uns heute eine potenziell kurative Methode in der Therapie von VHF zur Verfügung, welche an langjährig erfahrenen Zentren mit großer Fallzahl sicher angewendet werden kann. Ständige Weiterentwicklung und Evaluierung führten an der Elektrophysiologie der Elisabethinen Linz in den vergangenen 10 Jahren zu einer Verbesserung des Prozedurerfolges bei deutlich sinkender Komplikationsrate.

Abstract: Evolution of Radiofrequency Ablation for Atrial Fibrillation through the Years 2000 to 2009 on the Example of the Electrophysiology Unit of the Elisabethinen Hospital Linz. *Introduction:* Radiofrequency ablation (RFA) for Atrial Fibrillation (AF) has successfully been applied for 10 years at the electrophysiology unit of the Elisabethinen hospital Linz. This overview aims to characterize the development of this method in the years after the initial description and to discuss "landmark" studies with their impact on daily clinical practice in our electrophysiology laboratory. In addition we illustrate improvements of methods which led to a significant decline of procedure-related complications and which served as top-

ics to be further addressed by our own scientific work. *Methods:* 700 consecutive patients (80 % male, 56 ± 10 years) with drug-refractory and highly symptomatic AF ($2,8 \pm 1,3$ failed antiarrhythmic drugs) have undergone left atrial RFA between December 2000 and December 2009 at the Elisabethinen hospital Linz. All demographic and procedure-related data were analyzed in temporal context. A number of 1.3 ± 0.5 procedures per patient emerges to a total number of 952 RFA for AF. *Results:* Common endpoint of all RFA procedures for AF remains the electrical disconnection of the pulmonary veins (PV). While segmental-ostial PV isolation was performed at the beginning, a wide circumferential isolation line preventing PV stenosis is preferred today. The introduction of electroanatomical mapping systems allowed the three-dimensional localization of ablation catheters with a consecutive reduction of radiation exposure. In addition CT or ultrasound data could be merged with electroanatomical information and contribute to an improvement in the procedure's success (78–82 % in paroxysmal and 65–73 % in persistent AF as of today) while reducing complication rates (1 % major complications up to date). Gradually, it came to introduce additional left atrial ablation lines and RFA of complex fractionated electrograms aiming to improve RFA success at persistent AF (31 % of patients). *Conclusions:* With RFA a potentially curative method in the treatment of AF is available today which can be safely applied at experienced centres with large patient numbers. Continuous development and evaluation resulted in an improvement of procedural success as well as a reduction in complications at the electrophysiology unit of the Elisabethinen hospital Linz through the last decade. **J Kardiologie 2010; 17: 412–8.**

■ Einleitung

Die Ablationsbehandlung von Vorhofflimmern (VHF) begeht 2010 in Österreich ihr 10-jähriges Jubiläum. An der Elektrophysiologie des Krankenhauses der Elisabethinen Linz wurden von Dezember 2000 bis Dezember 2009 insgesamt 952 Radiofrequenzablationen (RFA) an 700 Patienten mit medikamentös therapierefraktärem und hochsymptomatischem VHF durchgeführt (Abb. 1).

Eingelangt am 25. Februar 2010; angenommen am 04. April 2010.

Aus der Abteilung für Innere Medizin II/Kardiologie, A. ö. Krankenhaus der Elisabethinen GmbH, Linz

Korrespondenzadresse: Dr. med. Martin Martinek, Abteilung für Innere Medizin II/Kardiologie, A. ö. Krankenhaus der Elisabethinen GmbH, A-4010 Linz, Fadingerstraße 1; E-Mail: martin.martinek@elisabethinen.or.at

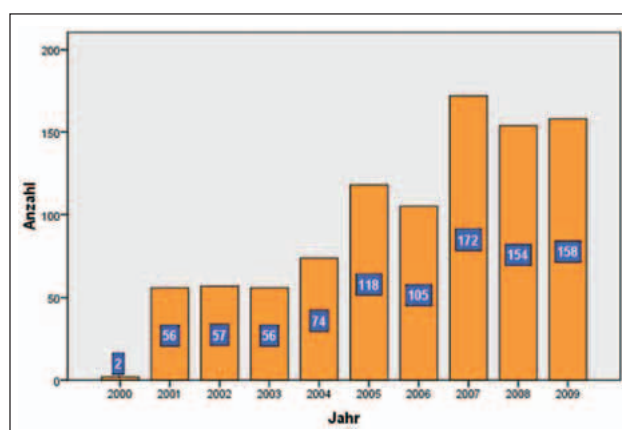


Abbildung 1: Anzahl der Radiofrequenzablationen für Vorhofflimmern am Krankenhaus der Elisabethinen in den Jahren 2000–2009

Diese Übersichtsarbeit soll die Entwicklung dieser potenziell kurativen Methode in den Jahren nach der Erstbeschreibung sowie wichtige „Meilenstein-Studien“ und deren Einfluss auf die tägliche Praxis im Elektrophysiologielabor aufarbeiten. Zusätzlich sollen Verbesserungen der Methode aufgezeigt werden, welche einerseits zu einer Erhöhung des RFA-Erfolges sowie Jahr für Jahr zu einer deutlichen Abnahme relevanter Komplikationen geführt haben und welche Thema einiger wissenschaftlicher Arbeiten unseres elektrophysiologischen Labors waren.

Die Ablation von Vorhofflimmern ist mittlerweile in den amerikanischen und europäischen Guidelines verankert. Jährlich werden weltweit 10.000e Prozeduren durchgeführt [1]. Die Ablationstechnik, bezogen auf die Energiequelle, die Zielstrukturen und die Endpunkte, ist sehr heterogen. Größtenteils wird als Energieform nach wie vor die RFA mittels Hochfrequenz verwendet, diese Methode ist auch bei Weitem am besten evaluiert [2, 3].

■ Statistik

Alle Werte wurden als Mittelwert $\pm$ Standardabweichung, Anzahl oder Prozentsatz angegeben. Für Gruppenvergleiche wurden Kreuztabellen unter Berechnung von Chi-Square-, Phi- und Cramer's-V- oder Fisher's-Exakt-Test für kleine Gruppengrößen für nominale Variablen verwendet. Für metrische Variablen wurden der Student's-T-Test für unabhängige Stichproben oder die ANOVA mit Bonferroni-Korrektur (für mehr als 2 unabhängige Stichproben) mit einem Konfidenzintervall von 95 % durchgeführt. P-Werte $< 0,05$ wurden als statistisch signifikant gewertet.

■ Entwicklung der Ablation von Vorhofflimmern

Veränderungen in der Ablationsmethode

Nach den bahnbrechenden Arbeiten von M. Haïssaguerre et al. begann die Ära der RFA von VHF mit der segmental-ostialen Pulmonalvenenisolation (PVI) [4]. Als Hilfsmittel waren zu dieser Zeit lediglich die Röntgendurchleuchtung sowie ein zirkulärer diagnostischer Katheter zur Visualisierung der Ostien der Pulmonalvenen (PV), der PV-Potenziale und Nachweis der PVI zur Verfügung (Abb. 2a). Mit dieser Methode begannen Ende 2000 am Krankenhaus der Elisabethinen Linz die RFA von VHF, die ersten beiden Prozeduren wurden in Bordeaux gemeinsam mit Prof. M. Haïssaguerre und Prof. P. Jais durchgeführt. Einige Zeit später beschrieben Pappone et al. die RFA mithilfe des ersten elektroanatomischen Mapping- (EAM-) Systems CARTO, welches erstmals die 3D-Visualisierung des linken Atriums (LA), der Katheterspitze des RFA-Katheters und die Markierung von RFA-Punkten am EAM ohne Röntgendurchleuchtung ermöglichte (Abb. 2b). Hier wurde die Ablationsmethode auf eine ringförmige Ablationslinie außerhalb der PV-Ostien, zunächst ohne Nachweis der elektrischen PVI, modifiziert (zirkumferenzielle PV-Ablation) [5].

Als eines der ersten Systeme in Österreich wurde im Jahr 2003 ein CARTO-System am Krankenhaus der Elisabethinen

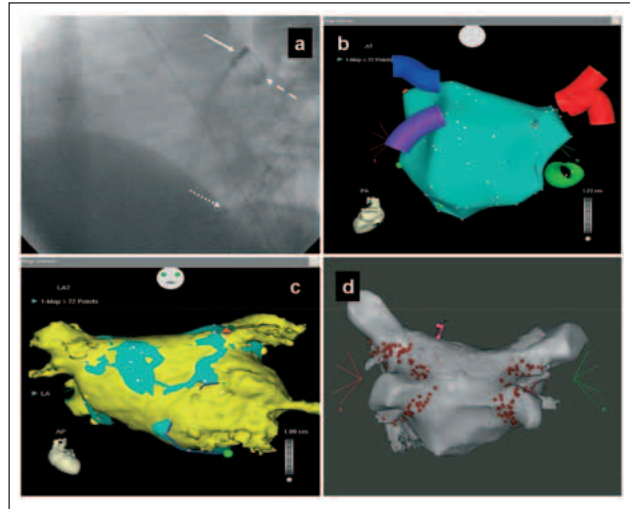


Abbildung 2: Entwicklung der Visualisierung: (a) Segmental-ostiale Pulmonalvenenisolation (fluoroskopisch geführt); durchgezogener Pfeil: Ablationskatheter; unterbrochener Pfeil: zirkulärer diagnostischer Katheter; gepunkteter Pfeil: Koronar-sinuskatheter. Zirkumferenzielle Pulmonalvenenisolation: (b) Elektroanatomisches Map (CARTO); (c) Fusion von Elektroanatomischem Map und Multislice-Computertomographie (CARTOMerge); (d) Fast Anatomical Map (CARTO 3)

Linz installiert. Zu dieser Zeit entstand auch die Diskussion, ob eine elektrische Isolation der PV überhaupt zwingend notwendig sei. Heute kann man diesbezüglich anmerken, dass eine Isolation der PV als Grundstein der RFA auch im Rahmen der zirkumferenziellen PV-Ablation unbedingt anzustreben ist, um einen entsprechenden Langzeiterfolg zu erzielen [1, 6].

Die weitere Entwicklung führte zum Konzept einer Substratmodifikation des LA mittels zirkumferenzieller Ablation der ipsilateralen PV in noch weiterem Abstand zu den PV-Ostien („wide area circumferential ablation“ – WACA/Antrum-Isolation) [7, 8]. Diese Methode verfolgt das Konzept möglichst ausgedehnter RFA-Läsionen, um die für die Aufrechterhaltung von VHF notwendige Muskelmasse im LA zu unterschreiten.

Zusätzlich werden, abhängig von der Dauer des VHF und dem Erreichen einer Spontankonversion im Rahmen der Ablationsprozedur, weitere Linienablationen im LA im Bereich des Vorhofs daches, des mitralen Isthmus, der Herzohrbasis oder des Koronarsinus durchgeführt [9] (Abb. 3). Gerade die Kreation konfluenter, transmuraler Linien mit gänzlicher Leitungsblockierung bleibt in der komplexen 3D-Anatomie des linken Atriums trotz Weiterentwicklung der Katheter weiterhin technisch schwierig. So ist die RFA des sogenannten linksatrialen Isthmus zwischen der links-unteren PV und der Mitralklappe nur in deutlich weniger als 50 % elektrisch dicht (bidirektionaler Leitungsblock) und wurde deshalb in unserem Zentrum immer weniger verwendet, um inkomplette Linien und die Generierung von linksatrialen Flutterkreisen zu vermeiden (Abb. 3). Eventuell kann hier eine Modifikation dieser Ablationslinie in Zukunft ein besseres Akut- und Langzeitergebnis liefern [10].

Als primär eigenständiges Ablationsverfahren wurde 2004 von Nademanee et al. die RFA komplexer fraktionierter atrialer Elektrogramme (CFAE) beschrieben [11]. Die guten Er-

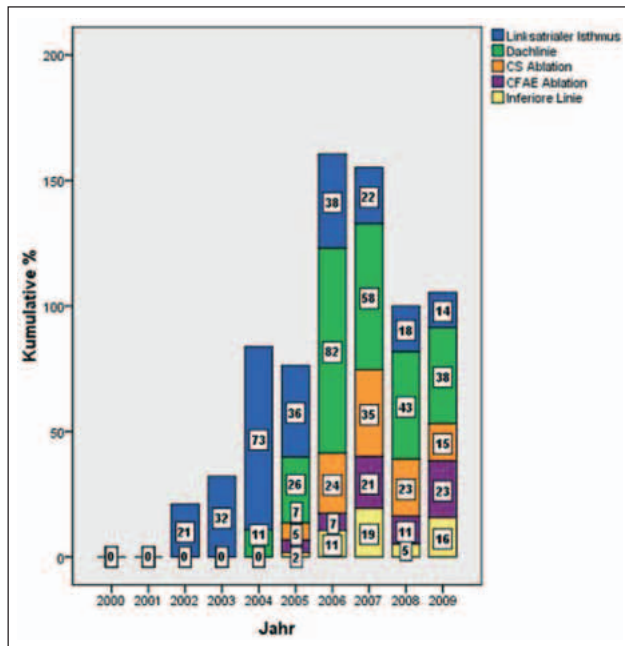


Abbildung 3: Zusätzliche linksatriale Ablationslokalisationen nach Pulmonalvenenisolation

gebnisse des Erstbeschreibers konnten jedoch durch andere Gruppen nicht nachvollzogen werden, sodass die CFAE-Ab-
lation heute im Rahmen der PVI meist als zusätzliche Maß-
nahme angewandt wird.

Aktuelle Ablationsmethode am Krankenhaus der Elisabethinen
An unserer Elektrophysiologie wird aktuell ein Ablations-
ansatz auf Basis einer zirkumferenziellen PV-Ab-
lation mit nachgewiesener elektrischer Isolation der PV vom restlichen
LA durchgeführt [12, 13]. Der Abstand der Ablationslinien
von den PV-Ostien beträgt dabei ca. 1–2 Zentimeter, wobei
der Abstand im Bereich zwischen links-oberer PV und linkem
Herzohr aus anatomischen Gründen geringer ist.

Bei paroxysmalen VHF-Patienten beschränken wir uns nor-
malerweise auf diese Form der PVI, außer VHF ist durch
Burst-Stimulation oder Isuprel-Provokation weiterhin auslös-
bar. In diesem Fall werden nach Bedarf weitere lineare RFA
im LA oder CFAE-Ab-
lationen durchgeführt, Endpunkt ist die
fehlende Auslösbarkeit von VHF.

Die RFA von persistierenden VHF-Patienten wird ebenso mit
einer zirkumferenziellen PVI begonnen und die RFA mit
einer stufenweisen Erweiterung (Dachlinie, Koronarsinus, in-
feriore Linie, CFAE und mitrale Isthmuslinie) bis zur Ter-
mination des VHF weitergeführt.

Die Entwicklung der verschiedenen zusätzlichen RFA an un-
serer Elektrophysiologie über die vergangenen 10 Jahre wird
in Abbildung 3 dargestellt.

Veränderungen des Patientenkollektivs

Die demographischen Daten aller Patienten wurden in Tabel-
le 1 zusammengestellt. Die Patientenzahlen haben sich seit
2001 verdreifacht, wobei die aktuelle Anzahl der RFA-Proze-
duren für VHF um 160–170 pro Jahr in einem einzelnen elek-
trophysiologischen Labor (neben der Ablation anderer supra-
ventrikulärer und ventrikulärer Tachykardien) an die Kapazi-
tätsgrenze stößt (Abb. 1).

Generell ist anzumerken, dass das durchschnittliche Pate-
ntenalter seit Beginn der RFA an unserer Einrichtung tenden-
ziell zugenommen hat (52 ± 11 im Jahr 2001 vs. 58 ± 9 ;
 $p = 0,009$), wobei wir generell einen Cut-off um 70 Jahre für
die RFA gesetzt haben, da Komplikationen ab diesem Alter
deutlich zunehmen [2, 3].

Eine weitere Veränderung in unserem Patientenkollektiv war
die Zunahme von Patienten mit persistierendem und schließ-
lich auch von > 1 Jahr persistierendem Vorhofflimmern, wäh-
rend vor dem Jahr 2004 beinahe ausschließlich paroxysmales
VHF ablatiert wurde (Abb. 4). Auch Patienten mit strukturel-
ler Herzerkrankung, speziell mit eingeschränkter Linksventri-
kelfunktion, werden zunehmend einer RFA von VHF unterzo-
gen (3,6 % im Jahr 2001 vs. 18,8 % im Jahr 2009; $p = 0,0001$),
da hier sehr gute Daten für einen Benefit (Ausschaltung einer
eventuellen Tachymyopathiekomponente) von einer interna-
tionalen Multicenter-Studie vorliegen [14].

Die Anzahl der Patienten mit einer Zweitprozedur liegt aktu-
ell um 30 % (20 % bei paroxysmalem, 50 % bei persistieren-
dem VHF, $1,3 \pm 0,6$ Prozeduren pro Patient im Jahr 2009)
(Abb. 5).

Tabelle 1: Demographische Parameter

	2001	2005	2009	$\Delta p^{\#}$ 2001 vs. 2009	Gesamt (n = 952)
Frauen	21,4 %	18,9 %	21,3 %	n.s.	19,8 %
Alter (Jahre)	$52,1 \pm 10,8$	$56,0 \pm 8,9$	$57,8 \pm 9,1$	0,009	$56,1 \pm 9,7$
Paroxysmales Vorhofflimmern	93 %	53 %	66 %	0,0001	60,4 %
Anzahl der Ablationsprozeduren pro Patient	$1,4 \pm 0,5$	$1,2 \pm 0,5$	$1,3 \pm 0,6$	n.s.	$1,3 \pm 0,5$
Anzahl der unwirksamen Antiarrhythmika	$3,3 \pm 1,5$	$2,3 \pm 1,1$	$2,5 \pm 0,8$	n.s.	$2,8 \pm 1,3$
Strukturelle Herzerkrankung*	3,6 %	7,6 %	18,8 %	0,0001	21,8 %
Linksatraler Durchmesser in mm (Echokardiographie)	39 ± 4	40 ± 5	40 ± 5	n.s.	40 ± 5
Arterielle Hypertonie	25 %	40 %	34 %	0,001	37,9 %
Diabetes mellitus	7,1 %	6,8 %	5,8 %	n.s.	8,1 %
Thromboembolische Ereignisse vor Ablation*	0 %	7,6 %	4,4 %	0,0001	5,9 %

* Dilatative Kardiomyopathie, Klappenerkrankungen > Grad I, Koronare Herzerkrankung/ischämische Kardiomyopathie

+ Transitorisch-ischämische Attacken, Insult, periphere arterielle Embolien in Zusammenhang mit Vorhofflimmern

p-Werte für den Vergleich zwischen den Jahren 2001 und 2009

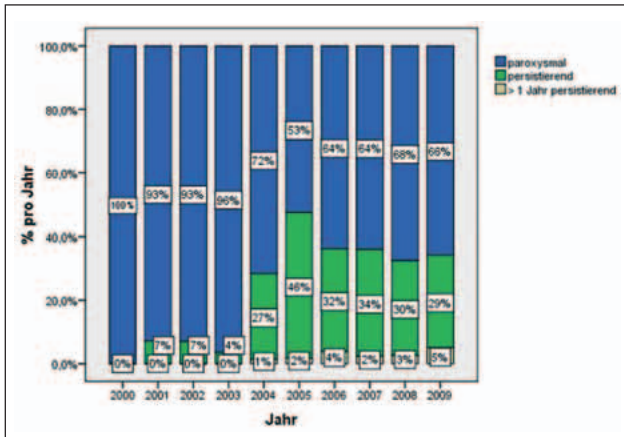


Abbildung 4: Veränderung des Patientenkollektivs bezüglich Art des Vorhofflimmerns

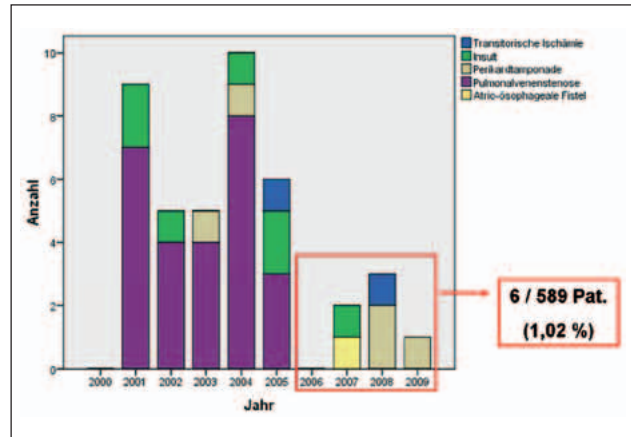


Abbildung 6: Prozedurbezogene schwere Komplikationen; roter Rahmen: Zusammenfassung der vergangenen 4 Jahre

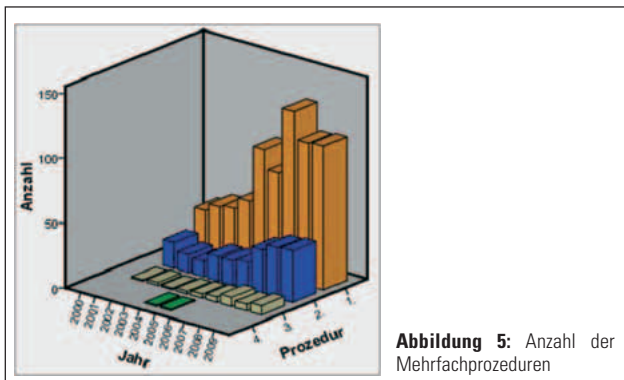


Abbildung 5: Anzahl der Mehrfachprozeduren

Prozedurerfolg, Technische Weiterentwicklung und Vermeidung von Komplikationen

Symptomatik/Lebensqualität

Bei der RFA von VHF steht sicherlich die Verbesserung der Lebensqualität der Patienten im Vordergrund, welche in mehreren Studien gezeigt werden konnte [15, 16]. Wir wissen, dass nach RFA nicht alle Patienten gänzlich frei von VHF-Episoden sind, dass sich aber bei der Mehrheit Anzahl und Dauer der Episoden sowie die Symptomatik deutlich reduzieren lässt [16–18]. Somit bleibt aktuell noch zu unterstreichen, dass die Antikoagulation nicht von der Symptomatik oder von Langzeit-Holter-Untersuchungen abhängig zu machen ist, sondern nur vom CHADS₂-Score des Patienten [1]. Modifizierte Scoringssysteme für das thromboembolische Risiko oder bessere Monitoringmöglichkeiten (z. B. mit implantierbaren Loop-Rekordern) könnten hier in absehbarer Zukunft Veränderungen bringen.

Prozedurerfolg

Der Prozedurerfolg der RFA wird in der Literatur derzeit mit Standard-Follow-up (Anamnese, EKG, 24-Stunden-Holter alle 3–6 Monate) bei paroxysmalem VHF mit 70–90 %, bei persistierendem VHF mit 60–80 % mit multiplen Prozeduren pro Patient angegeben [1]. In den zuletzt ausgewerteten Verlaufsdaten lagen die Erfolgszahlen unserer Elektrophysiologie bei 78–82 % für paroxysmales und 65–73 % für persistierendes VHF [12, 19].

Multislice-Computertomographie-Integration

Als weiterer Meilenstein in der Entwicklung der PVI kann wohl die Integration der Mehrschichten-Computertomographie (MSCT) in das EAM-System bezeichnet werden (Abb. 2c). Die Möglichkeit, anatomische und EAM-Informationen zu kombinieren, führte zu einer Verbesserung der Genauigkeit der RFA-Läsionen, insbesondere in kritischen anatomischen Lokalisationen, wie der Umschlagsfalte zwischen der linken oberen PV und dem linken Herzohr [20]. Hier konnten wir einerseits die Genauigkeit der MSCT-Integration in das EAM-System zeigen, andererseits auch den Benefit der Methode mit einer deutlichen Verbesserung des Prozedurerfolges [19, 21]. Die Möglichkeit einer Bildintegration ist speziell bei schwieriger oder aberranter Anatomie für die Durchführung der RFA von großem Vorteil [22]. Zusätzlich konnte eine Reduzierung der Röntgenzeit durch die Nutzung dieser Systeme gezeigt werden [20].

Pulmonalvenenstenosen

Im Laufe der ersten beiden Jahre der RFA von VHF wurde bald die Problematik des segmental-ostialen Ablationsansatzes klar: Die zu tiefe RFA innerhalb des tubulären Anteils der PV kann zu PV-Stenosen führen. Wir konnten hier in 2 Arbeiten die Inzidenz, zeitliche Entwicklung und Risikofaktoren für die PV-Stenose beschreiben und weiters eine Behandlungsmöglichkeit durch Dilatation und Stentimplantation zeigen [23, 24]. Durch die Adaption der Ablationsmethode auf eine ringförmige Isolationslinie außerhalb der PV-Ostien konnte diese Komplikation in der weiteren Entwicklung reduziert und schließlich gänzlich verhindert werden (Abb. 6). Mit der heutigen Technik sollte diese Komplikation der Vergangenheit angehören.

Ösophagus

Der Ösophagus ist nach den ersten Berichten letaler atrio-ösophagealer Fisteln in den Mittelpunkt des Sicherheitsdenkens im Rahmen der RFA für VHF gerückt. Bisher bleibt die Genese der Ausbildung atrio-ösophagealer Fisteln ungeklärt, wobei wir einige Evidenz für die Theorie eines zweizeitigen Geschehens aus direkter thermischer Einwirkung mit Ausbildung von ösophagealen Ulzerationen (ESUL) und zusätzlicher Ausbildung eines akuten Reflux erbringen konnten [11, 12]. Letztendlich konnte für die Entwicklung von ESUL eine

signifikante Abhängigkeit von der maximalen RFA-Energie an der LA-Hinterwand und von zusätzlichen linearen RFA-Läsionen im LA gezeigt werden. Mit relativ konservativen Energiesettings (max. 25 W, gekühlt an der LA-Hinterwand) war die Gefahr einer ESUL in unserem Patientenkollektiv mit um 2 % gegenüber anderen Studien (bis 48 %!) sehr niedrig [25–31].

Nach Auswertung der Daten von über 400 Patienten, welche nach RFA von VHF in unserem Krankenhaus gastroskopiert wurden, haben wir es uns zur Regel gemacht, alle Patienten mit zusätzlichen linearen Ablationen im Rahmen der RFA nachzugastrokopieren. Patienten mit nachgewiesenen ESUL werden mit Protonenpumpenhemmern (2 × 40 mg Pantoprazol oder Esomeprazol) sowie H₂-Blockern (3 × 1 g Sucralfat) über 4 Wochen behandelt und nachgastroskopiert.

Vor der Durchführung dieser Endoskopiestudien war einer unserer Patienten an einer spät aufgetretenen atrio-ösophagealen Fistel verstorben. Die damaligen Energiesettings erreichten bis 35 W an der LA-Hinterwand bei ausgedehnten linearen Ablationen im Bereich des LA (Abb. 6).

Antikoagulation – Inguinale Hämatome/Transitorische Ischämie/Insult

Nach dem Konsensusstatement für die Ablation von VHF ist eine orale Antikoagulation aller Patienten für mindestens 2 Monate nach RFA mit einem INR-Zielwert von 2,0–3,0 indiziert, um postprozedurale thromboembolische Ereignisse zu vermeiden [32]. Die Empfehlungen für das präprozedurale Antikoagulationsmanagement richten sich nach dem CHADS₂-Score, wobei wir es uns an unserer Abteilung zur Regel gemacht haben, alle Patienten mindestens 1 Monat vor der RFA therapeutisch zu antikoagulieren. Dies bringt auch den Vorteil, dass die notwendige Dosierung bereits bei der RFA bekannt ist und nicht erst postprozedural gefunden werden muss.

Für die RFA-Prozedur wird an unserer Abteilung zusätzlich eine transösophageale Echokardiographie zum Ausschluss linksatrialer intrakavitärer Thromben am Vortag durchgeführt. Bis Ende 2008 erfolgte für die RFA ein Stopp der oralen Antikoagulation mit Enoxaparin-Bridging, was zu einer erheblichen Anzahl klinisch relevanter, postprozeduraler inguinaler Hämatome (7,8 % im Jahr 2008) führte. Durch die Vermeidung des Bridgings ab Anfang 2009 und die durchgehende Gabe von Vitamin-K-Antagonisten konnte diese Problematik deutlich reduziert werden (2,4 %). Die Sicherheit dieser Methode in Kombination mit intravenöser Heparin-Gabe mit einem ACT-Zielwert („activated clotting time“) von 350–400 s während der Ablationsprozedur wurde bereits in einer großen Studie bestätigt [33].

Andere Komplikationen

Bezüglich weiterer im Rahmen der PVI möglicher Komplikationen möchten wir auf ein detailliertes Review in *Herzschrittmacher & Elektrophysiologie* 2007 hinweisen [34]. Weiters dürfen wir darauf hinweisen, dass die Rate schwerer Komplikationen im „Worldwide Survey“ zwar mit 4,5 % angegeben wird, in unserem Labor in den vergangenen 4 Jahren (589 Ablationen) aber bei lediglich 1,02 % liegt (Abb. 6) [3]. Hier kann auch die Abhängigkeit der Komplikationen von der

Lernkurve und der Anzahl der RFA-Prozeduren im jeweiligen Zentrum bestätigt werden.

Die Letalität der RFA von VHF wird mit 0,1 % angegeben, wobei diese Zahl für unsere Elektrophysiologie mit einer letalen atrio-ösophagealen Fistel bestätigt werden muss.

■ Ausblick

Katheterkontaktsensoren

Mehrere Hersteller arbeiten derzeit an Sensoren für die Darstellung des Katheterkontaktes an der endokardialen Oberfläche. Da die häufigste Ursache von Rückfällen nach RFA die neuerliche Leitfähigkeit von Muskelfasern aus den PV ist, könnte ein Kontaktsensor helfen, die RFA-Läsionen zu optimieren, da diese stark vom Wandkontakt abhängig sind.

Weitere Reduktion der Strahlenbelastung

Die Weiterentwicklung der EAM-Systeme könnte in absehbarer Zeit die Verwendung von präprozeduralen MSCT obsolet machen. Der größte Schritt in diese Richtung scheint aktuell mit dem neuen CARTO-3-System mit dem sogenannten „fast anatomical map“ (FAM) gelungen zu sein, dessen Darstellung eine sehr detaillierte, genaue und „CT-ähnliche“-Darstellung des LA erlaubt (Abb. 2d). Hier kann mittels multipolarem Katheter mit sehr genau lokalisierbarer Katheterspitze sehr rasch ein EAM aufgebaut werden. Aktuell überschätzt das FAM die tatsächliche LA-Größe noch tendenziell durch die respiratorische Thoraxbewegung, was aber durch Softwaremodifikation potenziell behoben werden könnte.

Die Integration von intrakardialen Ultraschall ist seit Jahren ein Thema und könnte eine präprozedurale Bildgebung ebenso ersetzen. Gleichzeitig könnte die „Live“-Bildgebung die Sicherheit der Prozedur (transseptale Punktion, Perikard-effusionen/Tamponade) weiter erhöhen. Hier sind die hohen Kosten der Sonographiesonden und die gleichzeitige gesetzliche Unmöglichkeit der Resterilisation in Österreich die größten Hemmschuhe für eine weitere Verbreitung der Methode.

Die Strahlenbelastung für den Untersucher kann durch adäquate Abschirmung drastisch reduziert werden. In unserem Labor wird bei VHF-Prozeduren eine Strahlenschutzkabine verwendet, sodass das Tragen einer Bleischürze für einen Großteil der Prozedur nicht mehr notwendig ist.

Robotik/magnetische Navigation

Möglicherweise kann die magnetische oder robotische Katheternavigation den nächsten Schritt in eine von den „handwerklichen“ Fähigkeiten des Untersuchers unabhängige Richtung vollführen. Hier könnten „perfekte“ Ablationslinien mit optimalem Anpressdruck und gleichzeitig kürzerer Ablationsdauer und reduzierter Durchleuchtungszeit geschaffen werden. Aktuell verbraucht jedoch die Aufrüstung dieser Systeme noch den zeitlichen Benefit während der RFA, auch ein besseres Ablationslangzeitergebnis wurde bislang noch nicht nachgewiesen, um den immens hohen Anschaffungspreis dieser Systeme zu rechtfertigen [35].

■ Zusammenfassung

Mit der RFA von VHF steht uns heute eine potenziell kurative Methode in der Therapie von VHF zur Verfügung, welche an langjährig erfahrenen Zentren mit großer Fallzahl sicher angewendet werden kann. Ständige Weiterentwicklung und Evaluierung führten an der Elektrophysiologie der Elisabethinen Linz in den vergangenen 10 Jahren zu einer

Verbesserung des Prozedurerfolges bei deutlich sinkender Komplikationsrate und gleichzeitig steigenden Patientenzahlen.

■ Interessenkonflikt

Der Autor gibt an, dass zur Thematik des vorliegenden Artikels kein Interessenkonflikt besteht.

■ Fragen zum Text

- 1) Welche der folgenden Aussagen zur oralen Antikoagulation nach Radiofrequenzisolierung von Vorhofflimmern ist korrekt?
 - a) Eine orale Antikoagulation ist für mindestens 2 Monate nach der Ablationstherapie, unabhängig vom CHADS₂-Score, notwendig.
 - b) Die orale Antikoagulation direkt nach der Ablationstherapie richtet sich nach dem CHADS₂-Score des Patienten.
 - c) Eine orale Antikoagulation ist nach erfolgreicher Ablationstherapie unmittelbar nicht mehr notwendig.
 - d) Nur Patienten mit persistierendem Vorhofflimmern müssen nach der Ablationstherapie weiter oral antikoaguliert werden.
 - e) Patienten sollten nach der Ablationstherapie für 2 Wochen niedermolekulares Heparin bekommen.
- 2) Welche Ablationslokalisationen werden nach der Pulmonalvenenisolation oft zusätzlich mit Radiofrequenzenergie behandelt, um vor allem persistierendes Vorhofflimmern zu behandeln?
 - a) Slow-pathway
 - b) Kavo-trikuspidaler Isthmus
 - c) Linksatriale Dachlinie
 - d) CFAE
 - e) Koronarvenensinus

- 3) Welche der folgenden Aussagen bezüglich des periprozeduralen Gerinnungsmanagements sind richtig?
 - a) Eine orale Antikoagulation sollte durch NMH-Bridging ersetzt werden.
 - b) Es ist nicht erforderlich, eine gut eingestellte orale Antikoagulation für die Ablationstherapie zu unterbrechen.
 - c) Die orale Antikoagulation sollte 5 Tage vor der Pulmonalvenenisolation pausiert werden.
 - d) Zusätzlich zur oralen Antikoagulation wird während der Radiofrequenztherapie Heparin i.v. mit einem ACT-Zielwert von 350–400 s verabreicht.
 - e) Der INR-Zielwert liegt für die Pulmonalvenenisolation zwischen 3,0 und 4,0.
- 4) Wie viele Pulmonalvenenisolationen wurden im Krankenhaus der Elisabethinen seit 2000 durchgeführt?
 - a) Ca. 100
 - b) Ca. 300
 - c) Ca. 500
 - d) Ca. 700
 - e) Ca. 900
- 5) Wie viele Patienten benötigen durchschnittlich im Verlauf der Radiofrequenzbehandlung mehrere Ablations-eingriffe?
 - a) Ca. 10 %
 - b) Ca. 20 %
 - c) Ca. 30 %
 - d) Ca. 40 %
 - e) Ca. 50 %

Lösung

Literatur:

1. Fuster V, Rydén LE, Cannom DS, Crijns HJ, Curtis AB, Ellenbogen KA, Halperin JL, Le Heuzey J, Kay GN, Lowe JE, Olsson SB, Prystowsky EN, Tamargo JL, Wann S. ACC/AHA/ESC 2006 Guidelines for the Management of Patients with Atrial Fibrillation – Executive Summary. *Circulation* 2006; 114: 7007–52.
2. Cappato R, Calkins H, Chen SA, Davies W, Lesaka Y, Kalman J, Kim YH, Klein G, Packer D, Skanes A. Worldwide survey on the methods, efficacy, and safety of catheter ablation for human atrial fibrillation. *Circulation* 2005; 110: 1100–5.
3. Cappato R, Calkins H, Chen SA, Davies W, Lesaka Y, Kalman J, Kim YH, Klein G, Natale A, Packer D, Skanes A, Ambrogi F, Biganzoli E. Up-dated Worldwide Survey on the Methods, Efficacy and Safety of Catheter Ablation for Human Atrial Fibrillation. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2010; 3: 32–8.
4. Haissaguerre M, Jais P, Shah DC, Garrigue S, Takahashi A, Lavergne T, Hocini M, Peng JT, Roudaut R, Clementy J. Electrophysiological end point for catheter ablation of atrial fibrillation initiated from multiple pulmonary venous foci. *Circulation* 2000; 1409–17.
5. Pappone C, Rosanio S, Oreto G, Tocchi M, Gugliotta F, Vicedomini G, Salvati A, Dicandia C, Mazzone P, Santinelli V, Gulletta S, Chierchia S. Circumferential radiofrequency ablation of pulmonary vein ostia: A new anatomic approach for curing atrial fibrillation. *Circulation* 2000; 102: 2562–4.
6. Mantovan R, Verlato R, Calzolari V, Baccillieri S, De Leo A, Turrini P, Pastore G, Crosato M, Ramondo A, Stritoni P. Comparison between anatomical and integrated approaches to atrial fibrillation ablation: adjunctive role of electrical pulmonary vein disconnection. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2005; 16: 1293–7.
7. Oral H, Chugh A, Lemola K, Cheung P, Hall B, Good E, Han J, Tamirisa K, Bogun F, Pelosi F Jr, Morady F. Noninducibility of atrial fibrillation as an end point of left atrial circumferential ablation for paroxysmal atrial fibrillation: a randomized study. *Circulation* 2004; 110: 2797–801.
8. Verma A, Marrouche NF, Natale A. Pulmonary vein antrum isolation: intracardiac echocardiography-guided technique. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2004; 15: 1335–40.
9. Haissaguerre M, Sanders P, Hocini M, Takahashi Y, Rotter M, Sacher F, Rostock T, Hsu LF, Bordachar P, Reuter S, Roudaut R, Clementy J, Jais P. Catheter ablation of long-lasting persistent atrial fibrillation: critical structures for termination. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2005; 16: 1125–37.
10. Tzeis S, Luik A, Jilek C, Schmitt C, Estner HL, Wu J, Reents T, Fichtner S, Kolb C, Karch MR, Hessling G, Deisenhofer I. The Modified Anterior Line: An Alternative Linear Lesion in Perimitral Flutter. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2010; 21: 665–70.
11. Nademanee K, McKenzie J, Kosar E, Schwab M, Sunsaneewitayakul B, Vasavakul T, Khunnawat C, Ngarmukos T. A new approach for catheter ablation of atrial fibrillation: mapping of the electrophysiologic substrate. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43: 2044–53.
12. Martinek M, Bencsik G, Aichinger J, Hassanein S, Schöffl R, Kuchinka P, Nesser HJ, Pürerfellner H. Esophageal Damage During Radiofrequency Ablation of Atrial Fibrillation: Impact of Energy Settings, Lesion Sets, and Esophageal Visualization. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2009; 20: 726–33.
13. Martinek M, Hassanein S, Bencsik G, Aichinger J, Schoeffl R, Bachl A, Gerstl S, Nesser HJ, Pürerfellner H. Acute Development of Gastroesophageal Reflux after Radiofrequency Catheter Ablation of Atrial Fibrillation. *Heart Rhythm* 2009; 6: 1457–62.
14. Khan MN, Jais P, Cummings J, Di Biase L, Sanders P, Martin DO, Kautzner J, Hao S, Themistoclakis S, Fanelli R, Potenza D, Brachmann J, Schibgilla V, Bonso A, Casella M, Raviele A, Haissaguerre M, Natale A; PABA-CHF Investigators. Pulmonary vein isolation for atrial fibrillation in patients with heart failure. *N Engl J Med* 2008; 359: 1778–85.
15. Pappone C, Rosanio S, Augello G, Gallus G, Vicedomini G, Mazzone P, Gulletta S, Gugliotta F, Pappone A, Santinelli V, Tortoriello V, Sala S, Zangrillo A, Crescenzi G, Benussi S, Alfieri O. Mortality, morbidity, and quality of life after circumferential pulmonary vein ablation for atrial fibrillation: outcomes from a controlled nonrandomized long-term study. *J Am Coll Cardiol* 2003; 42: 185–97.
16. Pürerfellner H, Martinek M, Aichinger J, Nesser HJ, Kempen K, Janssen JP. Quality of life restored to normal in patients with atrial fibrillation after pulmonary vein ostial isolation. *Am Heart J* 2004; 148: 318–25.
17. Pürerfellner H, Aichinger J, Martinek M, Nesser HJ, Ziegler P, Koehler J, Warman E, Hettrick D. Quantification of Atrial Tachyarrhythmia Burden with an Implantable Pacemaker Before and After Pulmonary Vein Isolation. *Pace* 2004; 27: 1277–83.
18. Martinek M, Aichinger J, Nesser HJ, Ziegler PD, Pürerfellner H. New Insights into Long-Term Follow-Up of Atrial Fibrillation Ablation: Full Disclosure by an Implantable Pacemaker Device. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2007; 18: 818–23.
19. Martinek M, Nesser HJ, Aichinger J, Boehm G, Pürerfellner H. Impact of Integration of Multislice Computed Tomography Imaging

- into Three-Dimensional Electroanatomic Mapping on Clinical Outcomes, Safety, and Efficacy Using Radiofrequency Ablation for Atrial Fibrillation. *Pace* 2007; 30: 1215–23.
20. Kistler PM, Earley MJ, Harris S, Abrams D, Ellis S, Sporton SC, Schilling RJ. 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* 2006; 17: 341–8.
21. Martinek M, Nesser HJ, Aichinger J, Boehm G, Pürerfellner H. Accuracy of integration of multislice computed tomography imaging into three-dimensional electroanatomic mapping for real-time guided radiofrequency ablation of left atrial fibrillation – Influence of heart rhythm and radiofrequency lesions. *J Interv Card Electrophysiol* 2006; 17: 85–92.
22. Martinek M, Hassanein S, Pürerfellner H. Atrial Tachycardia arising from “Right Top Pulmonary Vein”. *Heart Rhythm* 2010; 7: 1224–30.
23. Pürerfellner H, Aichinger J, Martinek M, Nesser HJ, Cihal R, Gschwendtner M, Dierneder J. Incidence, Management, and Outcome in Significant Pulmonary Vein Stenosis Complicating Ablation for Atrial Fibrillation. *Am J Cardiol* 2004; 93: 1428–31.
24. Pürerfellner H, Cihal R, Aichinger J, Martinek M, Nesser HJ. Pulmonary vein stenosis by ostial irrigated-tip ablation: incidence, time course, and prediction. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2003; 14: 158–64.
25. Redfearn DP, Trim GM, Skanes AC, Krahn AD, Yee R, Klein GJ. Esophageal Temperature Monitoring during Radiofrequency Ablation of Atrial Fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2005; 16: 589–93.
26. Marrouche NF, Guenther J, Segerson NM, et al. Randomized Comparison between open Irrigation Technology and Intracardiac-Echo-guided Energy Delivery for Pulmonary Vein Antrum Isolation: Procedural Parameters, Outcomes, and the Effect on Esophageal Injury. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2007; 18: 583–8.
27. Schmidt M, Noelker G, Marschang H, et al. Incidence of oesophageal wall injury post-pulmonary vein antrum isolation for treatment of patients with atrial fibrillation. *Europace* 2008; 10: 205–9.
28. Singh SM, d’Avila Andre, Doshi SK, et al. Esophageal Injury and Temperature Monitoring During Atrial Fibrillation Ablation. *Circ Arrhythmia Electrophysiol* 2008; 1: 162–8.
29. Di Biase L, Saenz LC, Burckhardt DJ, et al. Esophageal Capsule Endoscopy after Radiofrequency Catheter Ablation for Atrial Fibrillation. *Circ Arrhythmia Electrophysiol* 2009; 2: 108–12.
30. Dixit S, Gerstenfeld EP, Callans DJ, et al. Comparison of cool Tip versus 8-mm Tip Catheter in achieving Electrical Isolation of Pulmonary Veins for Long-term Control of Atrial Fibrillation: A prospective randomized Pilot Study. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2006; 17: 1074–79.
31. Nakagawa H, Seres K, Yokohama K, et al. High incidence of asymptomatic esophageal ulceration after pulmonary vein antrum isolation in patients with atrial fibrillation. *Heart Rhythm Supplements* 2007; 4: S61 (abstr).
32. Calkins H, Brugada J, Packer DL, Cappato R, Chen SA, Crijns HJ, Damiano RJ Jr, Davies DW, Haines DE, Haissaguerre M, Jesaka Y, Jackman W, Jais P, Kottkamp H, Kuck KH, Lindsay BD, Marchlinski FE, McCarthy PM, Mont JL, Morady F, Nademanee K, Natale A, Pappone C, Prystowsky E, Raviele A, Ruskin JN, Shemin RJ. 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. *Heart Rhythm* 2007; 4: 816–61.
33. Hussein AA, Martin DO, 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. Radiofrequency ablation of atrial fibrillation under therapeutic international normalized ratio: a safe and efficacious periprocedural anticoagulation strategy. *Heart Rhythm* 2009; 6: 1425–9.
34. Martinek M, Pürerfellner H. Nightmares in atrial fibrillation ablation – Identification, management, and prevention of complications in radiofrequency ablation of atrial fibrillation. *Herzschrittmacher Elektrophysiol* 2007; 18: 216–24.
35. Steven D, Servatius H, Rostock T, Hoffmann B, Drewitz I, Müllerleile K, Sultan A, Aydin MA, Meinertz T, Willems S. Reduced Fluoroscopy During Atrial Fibrillation Ablation: Benefits of Robotic Guided Navigation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2010; 21: 6–12.

Richtige Lösung von S. 417: 1a; 2c, d, e (b: bei Evidenz für Vorhofflattern wird zusätzlich eine kavo-trikuspidale Isthmusablation durchgeführt); 3b, d; 4e; 5c

← Zurück

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

☒ Medizintechnik-Produkte



Neues CRT-D Implantat
Intica 7 HF-T QP von Biotronik



Artis pheno
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH



Philips Azurion:
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3
Labotect GmbH



InControl 1050
Labotect GmbH

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

☒ Bestellung e-Journal-Abo

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

Impressum

Disclaimers & Copyright

Datenschutzerklärung