

Journal für
Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislaufkrankungen

**Forum
Rhythmologie**

Katheterablation von

Vorhofflimmern: Eine

Standortbestimmung im Jahr 2006

Piorkowski C, Hindricks G

Weidlich C, Kottkamp H

Journal für Kardiologie - Austrian

Journal of Cardiology 2006; 13

(Supplementum C - Forum

Rhythmologie), 3-8

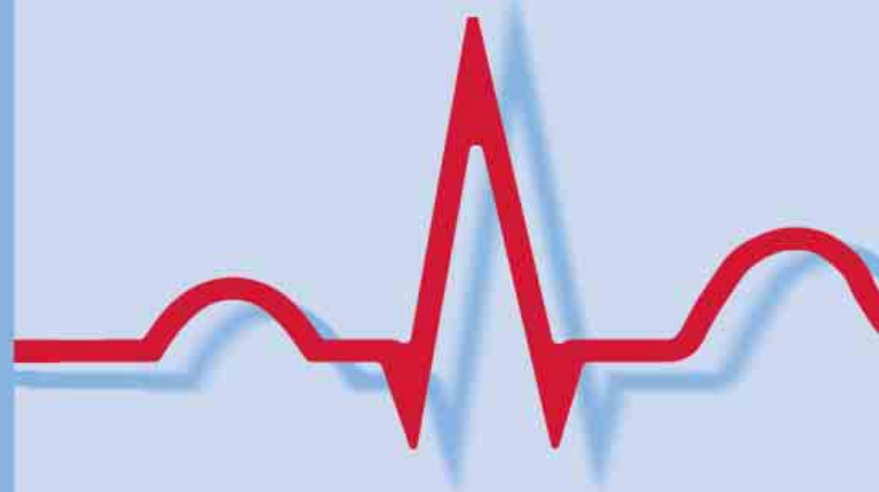
Krause & Pachernegg GmbH

Verlag für Medizin und Wirtschaft

A-3003 Gablitz

www.kup.at/kardiologie

www.forum-rhythmologie.at



Homepage:

www.kup.at/kardiologie

www.forum-rhythmologie.at

**Online-Datenbank mit
Autoren- und Stichwortsuche**

Indexed in EMBASE/Excerpta Medica

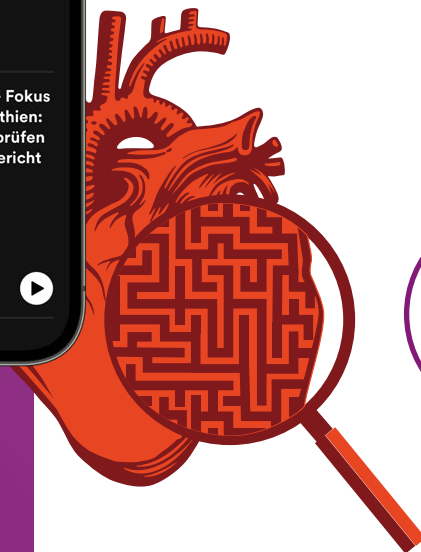


Der Podcast für Kardiolog*innen

MEIN KNIFFLIGSTER FALL

Fokus seltene Kardiomyopathien

Außergewöhnliche und spannende kardiologische Fälle aus dem klinischen Alltag erzählt und diskutiert von Expert*innen.



Jetzt anhören
& gleich folgen

www.pfi.sr/SKq

Pfizermed.at

Das Serviceportal für medizinische Fachkreise

www.pfizer.at

Pfizer Corporation Austria GmbH, Wien
PP-UNP-AUT-0503/02.2024



Katheterablation von Vorhofflimmern: Eine Standortbestimmung im Jahr 2006

C. Piorkowski¹, G. Hindricks¹, C. Weidlich², H. Kottkamp²

Kurzfassung: Vor dem Hintergrund der großen Patientenzahl, der häufig bedeutenden Symptomatik, der negativen hämodynamischen Auswirkungen, der thromboembolischen Komplikationen sowie der Einflüsse des Vorhofflimmerns auf die Mortalität kommt der Weiterentwicklung der direkten Katheterablation von Vorhofflimmern eine bedeutende klinische und auch sozioökonomische Bedeutung zu.

Bei den Strategien zur Katheterablation werden die Pulmonalvenendiskonnektion, die zirkumferentielle Pulmonalvenenisolation, die Substratmodifikation mit linearen Ablationslinien und die kombinierte Strategie aus Pulmonalvenenisolation und linearen Ablationslinien unterschieden. Kürzlich sind diese Konzepte noch um die Strategie der Ablation fragmentierter Potentiale und der Ablation an Stellen vagaler Reizantwort ergänzt worden.

Die Ergebnisse der publizierten Studien variieren stark in Abhängigkeit der Selektion der Patienten sowie der Methodik der Nachbeobachtung. Prinzipiell sind die Ergebnisse besser bei paroxysmalem als bei persistierendem Vorhofflimmern, und besser bei Patienten mit leichter kardiovaskulärer Grunderkrankung als mit schwerer.

Bedeutende Komplikationen treten in den publizierten Studien in etwa 1–5 % auf. Hierbei sind insbesondere die Tamponade, thromboembolische Komplikationen, die Pulmonalvenenstenose, die Ösophagusperforation und die Phrenikusparese zu nennen.

Die Katheterablation von Vorhofflimmern ist heute an der Schwelle zu einem Routineverfahren. Insbesondere bei hochsymptomatischen Patienten mit paroxysmalem Vorhofflimmern, die trotz eines oder mehrerer Versuche einer medikamentösen Einstellung nicht ausreichend gut behandelt sind, ist die Katheterablation schon heute eine gute Chance auf eine dauerhafte Stabilisierung des Sinusrhythmus.

Abstract: Catheter Ablation of Atrial Fibrillation: The Current Status in 2006. Atrial fibrillation is the most frequent arrhythmia and is accompanied by symptoms, hemodynamic compromise, thromboembolic complications and, in addition, has an impact on mortality. Therefore, catheter ablation will play a significant role in the treatment of patients with atrial fibrillation.

Different strategies for interventional treatment of atrial fibrillation have been elaborated: segmental pulmonary vein disconnection, circumferential pulmonary

vein isolation, substrate modification using linear ablation lines, and the combination of pulmonary vein isolation and linear ablation. Recently, these concepts were completed by ablation of fragmented electrograms and ganglionic plexus ablation.

The results of published series vary significantly depending on patient selection and methods used for follow-up. In principle, the results were better in patients with paroxysmal compared to persistent atrial fibrillation, and better in patients with moderate underlying structural heart disease compared to severe heart disease.

Significant complications have been reported in published series in 1–5 % of cases. Among these, cardiac tamponade, thromboembolic complications, pulmonary vein stenosis, oesophageal perforation and phrenicus paresis need to be mentioned.

Currently, catheter ablation of atrial fibrillation is at the threshold of being a routine procedure. Especially in highly symptomatic patients with paroxysmal atrial fibrillation despite antiarrhythmic drug therapy, catheter ablation can offer a good chance of long-term stabilization of sinus rhythm. **J Kardiol 2006; 13 (Suppl C, Forum Rhythmologie): 3–8.**

■ Einleitung

Vorhofflimmern ist eine der häufigsten Herzrhythmusstörungen und zeigt insbesondere mit zunehmendem Lebensalter einen deutlichen Inzidenzanstieg [1]. Aufgrund der hohen Zahl an Erkrankungsfällen, den verbundenen Morbiditäts- und Mortalitätsrisiken und dem mitunter sehr starken Leidensdruck ist die Entwicklung kurativer Behandlungsstrategien eines der wesentlichen Ziele der invasiven Elektrophysiologie. Nach dem heutigen Verständnis der Pathophysiologie von Vorhofflimmern beruhen Induktion und Aufrechterhaltung der Arrhythmie auf einem kritischen Zusammenspiel von Trigger und Substrat, die beide separat oder in Kombination Ansätze für mögliche kurative Ablationsverfahren sein können. Dieser Artikel gibt eine Übersicht über Konzepte, Resultate, Komplikationen und zukünftige Perspektiven der Katheterablation von Vorhofflimmern im Jahr 2006.

■ Konzepte zur Triggerelimination

Entsprechend der Beschreibung der das Vorhofflimmern initierenden Pulmonalvenen- (PV-) Foci haben Haissaguerre und Mitarbeiter kurative perkutane Mapping- und Ablations-

techniken eingeführt. Initial orientierten sich diese an scharfen elektrischen Potentialen, erzeugt von atrialen Muskelfasern, die vom linken Vorhof (LA) in die PV zogen. Während ektopter Aktivität der PV-Foci wurde das früheste Potential in der PV gesucht und mit Radiofrequenzenergie (RF) ablatiert [2–4]. Alternativ konnte der gesamte pulmunalvenöse Verlauf der Muskelstranges vom PV-Focus zum LA-Ausgang verfolgt und ablatiert werden.

Bei einem individuellen Patienten kann mehr als ein Focus in mehr als einer PV klinisch relevant sein. Zudem können PV-Foci während der elektrophysiologischen Untersuchung inaktiv sein, was eine Identifikation und Ablation verhindert. Katecholamin-Infusionen können Triggeraktivität steigern, allerdings kann es in Folge auch zu Episoden von anhaltendem Vorhofflimmern auf der Grundlage von Reentry-Formation kommen, was weiteres Mapping der Trigger unmöglich macht und wiederholte Kardioversionen erfordert.

Aufgrund dieser Schwierigkeiten führten Oral und Mitarbeiter die Technik der segmentalen PV-Isolation unabhängig von der Induzierbarkeit arrhythmogener Foci ein [5]. Sie isolierten mindestens drei PV, wobei sich die Ablation an Potentialen ausrichtete, die vom LA in die Muskelfasernetze der PV zogen. Mit einem limitierten Follow-up über 150 Tage, basierend auf nur symptomatischen Vorhofflimmern-Rezidiven, betrug die Erfolgsrate 79 % bei Patienten mit paroxysmalem und 25 % bei Patienten mit persistierendem Vorhofflimmern [5]. Ein ähnliches Konzept mit Ultraschallenergie anstelle von RF wurde von Natale und Mitarbeitern vorgestellt [6].

Aus der ¹Universität Leipzig, Herzzentrum, Abteilung für Elektrophysiologie und der ²Klinik Hirslanden – Herzzentrum Hirslanden, Zürich.
Eingelangt am 28. September 2006; angenommen am 19. Oktober 2006.

Korrespondenzadresse: Prof. Dr. med. Hans Kottkamp, Leiter Rhythmologie Hirslanden, Klinik Hirslanden – Herzzentrum Hirslanden, CH-8032 Zürich, Witellikerstraße 36–40; E-Mail: hans.kottkamp@hirslanden.ch

Aus heutiger Sicht, mit einer breiteren klinischen Erfahrung und einem längeren Follow-up, erscheint das Konzept der distalen segmentalen PV-Isolation nur bei dem kleinen Kollektiv von Patienten mit überwiegender Triggeraktivität und ohne bedeutsame strukturelle Herzerkrankung erfolgversprechend zu sein [7]. Dagegen scheint die distale segmentale PV-Diskonnektion kein ausreichendes Therapiekonzept für Patienten mit persistierendem Vorhofflimmern und/oder bedeutender struktureller Herzerkrankung zu sein, bei denen das Substrat die Rhythmusstörung trotz isolierter PV weiter unterhält.

Abgesehen von der eingeschränkten Effektivität trägt das Konzept der relativ distalen PV-Isolation mit RF-Energie das spezifische Risiko von PV-Stenosen in bis zu 15 % der Fälle [8, 9]. Obwohl einige Patienten darunter asymptomatisch verbleiben, sind schwere klinische Verläufe mit hochgradiger Luftnot, Hämoptysen und wiederholten pulmonalen Infekten bei einem beträchtlichen Anteil der Patienten bekannt [8, 10, 11].

■ Konzepte zur Substratmodifikation

Chirurgische Verfahren zur Substratmodifikation

Ende der 1980er Jahre entwickelte die Gruppe um Cox aufbauend auf der multiplen Wellentheorie von Moe und Abildskov erstmalig ein chirurgisches Konzept zur kurativen rhythmuserhaltenden Therapie von Vorhofflimmern [12]. Sie schlugen chirurgische Inzisionen vor, die beide Vorhöfe in einzelne elektrische Kompartimente zerlegten. Zusammenfassend behandelten die MAZE-Läsionen verschiedene pathophysiologische Bausteine der Herzrhythmusstörung. Funktionelle Reentry-Kreise wurden verhindert, anatomisch angelegte Makro-Reentry-Kreise waren nicht mehr möglich, das Gebiet der PV-Mündungen und damit die PV-Trigger wurden komplett elektrisch isoliert und die elektrisch erregbare Vorhofmasse reduziert. Die Rhythmusergebnisse waren sehr gut – sowohl für Patienten mit alleinigem Vorhofflimmern als auch bei gleichzeitiger Mitralklappen-Operation. Aufgrund der langen Prozedurzeit und der erheblichen Anforderungen an diesen komplexen Eingriff fand das Verfahren aber keine größere Verbreitung.

Neben verschiedenen MAZE-Modifikationen wurde 1998 mit dem IRAAF-Konzept (Intraoperative Radiofrequency Ablation of Atrial Fibrillation) eine chirurgische Behandlungsstrategie publiziert, die sich prinzipiell und wesentlich vom MAZE-Ansatz unterschied. Die Autoren stellten eine Linienführung vor, die ausgehend vom inferioren Mitralklappenring die linke untere Pulmonalvene, die linke obere Pulmonalvene, die rechte obere Pulmonalvene und die rechte untere Pulmonalvene sequentiell verband [13, 14]. Durch Verhinderung möglicher anatomischer Reentry-Kreise unter Einbezug der PV-Mündungen war dies ein Konzept zur reinen Substratmodifikation. PV-Trigger wurden nicht isoliert, das linke Herzohr nicht in die Ablation einbezogen, der rechte Vorhof blieb gänzlich unbehandelt. Die Behandlungsergebnisse waren sowohl bei Patienten mit paroxysmalem als auch bei Patienten mit persistierendem Vorhofflimmern gut [15].

Trotz der guten Rhythmusergebnisse wurde die IRAAF-Studie im Dezember 2001 wegen seltener, aber schwerwiegender

Komplikationen unterbrochen. Bei 4 von 387 Patienten trat eine Perforation des Ösophagus als Folge der RF-Ablation im linken Vorhof auf. Diese Komplikation wurde mittlerweile auch von anderen Arbeitsgruppen und zudem auch nach perkutaner Katheterablation beobachtet [16]. Aufgrund der beabsichtigten Induktion kontinuierlicher und vor allem transmuraler Läsionen am posterioren linken Vorhof und dem Gebiet der PV-Mündungen sowie der engen anatomischen und individuell variablen Nachbarschaft des Ösophagus zu diesem Gebiet, ist die Ösophagusperforation eine der Substratmodifikation inhärente potentielle Nebenwirkung, die möglicherweise nur durch individuelle direkte Visualisierung beider anatomischer Strukturen während der Ablation sicher verhindert werden kann [17].

Katheterinterventionelle Verfahren zur Substratmodifikation

Rechtsatriale Substratmodifikation

Basierend auf den Erfahrungen der chirurgischen Vorhofflimmertherapie mit Hilfe der MAZE-Operation zielten erste Ansätze der katheterinterventionellen Substratmodifikation auf eine Replikation der biatrialen MAZE-Linien mit Hilfe katheterinterventioneller Technologien. Prinzipiell gestaltete sich die Platzierung linearer Läsionen durch Aneinanderreihung einzelner Katheterablationspunkte am schlagenden Herzen als sehr schwierig, was sowohl durch fehlende dreidimensionale Orientierung und fehlende Katheterstabilität als auch fehlende Transmuralität und Kontinuität der Ablationsläsionen bedingt war. Um den Zugang und das Verfahren technisch zu vereinfachen, wurden daher zunächst lediglich rechtsatriale lineare Läsionen plaziert, bei denen komplette transmurale und kontinuierliche Ablationslinien erreicht und mit Hilfe des elektroanatomischen Mappingverfahrens (Carto) verifiziert werden konnten. Lediglich 20 % der behandelten Patienten konnten durch alleinige rechtsatriale Prozeduren in Kombination mit anschließender Antiarrhythmikagabe dauerhaft im Sinusrhythmus gehalten werden [18, 19]. Übereinstimmend mit den gegenwärtigen pathophysiologischen Vorstellungen zur Aufrechterhaltung des Vorhofflimmerns durch arrhythmogenes Substrat im Mündungsbereich der Pulmonalvenen im linken Vorhof belegen diese Ablationsergebnisse die „Bystander-Funktion“ des rechten Vorhofes bei der elektrischen Erkrankung Vorhofflimmern.

Linksatriale Substratmodifikation

Mit der Möglichkeit einer verbesserten intrakardialen Orientierung der Katheterspitze während perkutaner Ablationen von Herzrhythmusstörungen basierend auf der Anwendung der dreidimensionalen Mapping-Systeme wurde die Platzierung langer linearer Läsionen auch im linken Vorhof technisch deutlich vereinfacht (Abb. 1, 2). Alleinige linksatriale Ablationsprozeduren zur katheterinterventionellen Vorhofflimmersubstratmodifikation wurden in Folge beschrieben. So berichteten Pappone und Mitarbeiter über ein großes Patientenkollektiv mit paroxysmalem und persistierendem Vorhofflimmern, das unter Einsatz des Carto-Systems mit linksatrialen zirkumferentiellen Ablationen um die einzelnen PV-Mündungen behandelt worden war [20, 21]. Vom pathophysiologischen Standpunkt war das Verfahren initial als Methode einer PV-Isolation auf Vorhofebene zur Erfassung der

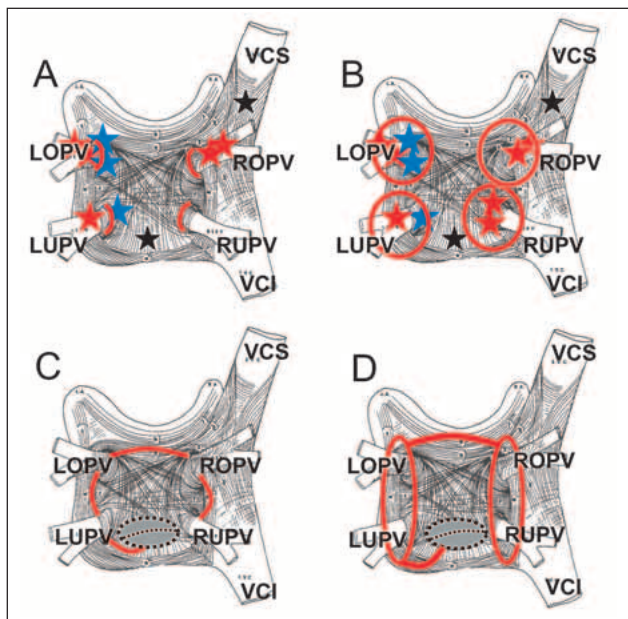


Abbildung 1: Bei den Strategien zur Katheterablation werden u. a. die Pulmonalvenendiskonnektion (A), die zirkumferentielle Pulmonalvenenisolation (B), die Substratmodifikation mit linearen Ablationslinien (C) und die kombinierte Strategie aus Pulmonalvenenisolation und linearen Ablationslinien unterschieden (D). Siehe Text zur Erörterung.

Foci und zur Verhinderung von PV-Stenosen geplant gewesen. Die katheterinterventionelle Plazierung kontinuierlicher und transmuraler Läsionen gestaltete sich jedoch wiederum schwierig, sodaß initial auch eine Leitungsverzögerung vom linken Vorhof in die Pulmonalvene von mehr als 30 ms als PV-Isolation akzeptiert wurde. Diese Daten und der Erfolg bei Patienten mit persistierendem Vorhofflimmern deuten daraufhin, daß die zirkumferentielle Ablation neben der potentiellen PV-Isolation zusätzlich eine effektive Substratmodifikation am Übergang vom linken Vorhof zum PV-Trichter erzeugt [21]. Die Bedeutung der Substratmodifikation für eine potentiell erfolgreiche Vorhofflimmern-Ablation wurde durch eine Arbeit von Oral und Mitarbeiter unterstrichen. Sie verglichen die lassogeführte relativ-distale segmentale PV-Isolation mit der zirkumferentiellen Ablation auf Vorhofebene [22]. Letzteres Verfahren erbrachte ein deutlich besseres Ergebnis im Hinblick auf die Stabilisierung des SR (88 % vs. 67 % nach 6 Monaten). Aufgrund einer allein symptomorientierten Nachkontrolle ist die wirkliche Erfolgsrate bei beiden Verfahren jedoch eher überschätzt worden. Mit einem ähnlichen Ansatz und einem engmaschigen postinterventionellen Follow-up basierend auf seriellen 7-Tage-EKGs wurde eine Freiheit von Vorhofflimmern in 63 % der behandelten Patienten 12 Monate nach Ablation berichtet [23]. Hierbei kam es kurz nach Ablation noch zu einzelnen Episoden von Vorhofflimmern, das sich dann aber schrittweise verringerte. Diese allmähliche Reduktion der Vorhofflimmerbelastung unterstützt die Vorstellung einer erst verzögerten Heilung und eines reversen atrialen Remodellings nach linksatrialer Substratmodifikation.

Ergänzende Verfahren zur Substratmodifikation

Eine 2004 berichtete Ablationsstrategie stellt eine mögliche Variante oder Ergänzung der Substratmodifikation ohne Trigger-Elimination dar [24]. Mittels elektroanatomischem

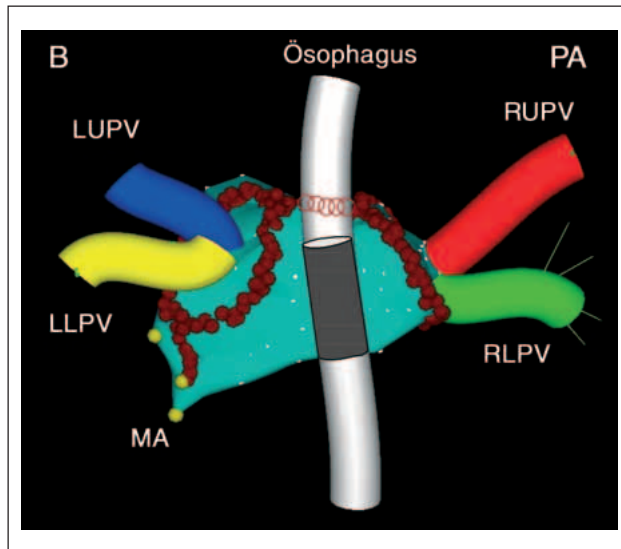


Abbildung 2: Postero-anteriore Ansicht einer elektroanatomischen Rekonstruktion des linken Vorhofes und der PV. Zusätzlich wurde der Ösophagus markiert (graue Röhre) und zeigt eine Lage am posterioren linken Vorhof mittig zwischen den PV mit direktem Kontakt (schraffierte Fläche) in den mittleren und inferioren Anteilen des Vorhofes. Hierdurch wird eine Verlagerung der posterioren Verbindungslinie nach superior nötig. Dunkelrote Punkte zeigen die Ablationslinien. RUPV, rechte obere PV; RMPV, rechte mittlere PV; RLPV, rechte untere PV; LUPV, linke obere PV; LLPV, linke untere PV. Mod. nach [17].

Mapping werden Vorhoffareale mit besonderer Fragmentierung endokardialer Signale identifiziert. Die Ablation dieser Areale während Vorhofflimmern konnte bei 95 % der Patienten die Arrhythmie akut terminieren. Weitere und größere Untersuchungen mit einem ausreichend langen und engmaschigen Follow-up sind aber notwendig, um den Stellenwert dieses Verfahrens sicher beurteilen zu können. Die pathophysiologische Erklärung fragmentierter endokardialer Potentiale reicht von Narbenformation über Muskelfaserinhomogenitäten am LA-PV-Übergang bis hin zur Innervation durch autonome kardiale Ganglien.

Daher ist überlappend zur Ablation fragmentierter endokardialer Potentiale die Ablation autonomer kardialer Ganglienzellen zu sehen. Klinisch wurden häufig autonom vermittelte Effekte wie SA- oder AV-Blockierungen während linksatrialer pulmonalvenennaher Ablationen beobachtet. Die Rolle einer autonomen Denervierung der Pulmonalvenen bezüglich einer Steigerung der Langzeiteffekte der Katheterablation ist unklar [25]. Alternativ ist eine Veränderung der Vorhofflimmernperzeption mit Zunahme von asymptomatischen Episoden nach autonomer Denervierung vorstellbar.

Ungeklärte konzeptionelle Fragen

Die Frage der Notwendigkeit einer vollständigen elektrischen Isolation der zirkumferentiell ablatierten PV-Trichter ist weiter nicht beantwortet. Im Gegensatz zu den Untersuchungen, die eine vergleichbare Erfolgsrate mit und ohne Nachweis einer elektrischen Isolation der PV-Trichter fanden [21], verfolgt die Arbeitsgruppe um Kuck und Mitarbeiter das Konzept einer elektrisch vollständigen Isolation der zirkumferentiell ablatierten PV-Trichter mit Spiralkatheter-geführtem Isolationsnachweis [26]. Prospektive Daten, die einen verbesserten Langzeiteffekt nach vollständiger Isolation des PV-Trichters belegen, stehen bislang aus.

Die Anlage zusätzlicher linearer Ablationslinien nach PV-Diskonnektion oder nach zirkumferentieller linksatrialer PV-Ablation soll das Auftreten von elektrischen Kreiserregungen unterbinden. Die am häufigsten eingesetzten Linien werden am Dach des linken Vorhofes sowie von der linken unteren PV zum Mitralanulus plaziert. Nach segmentaler PV-Diskonnektion konnte die Anlage der Mitral-Isthmus-Linie die Erfolgsrate bei 200 untersuchten Patienten signifikant erhöhen [27]. Schwierig war eine tatsächlich transmurale und kontinuierliche Plazierung dieser Linie, die in beträchtlichem Ausmaß auch eine epikardiale Ablation im Koronarsinus erforderte. Unklar ist, ob nicht transmurale und diskontinuierliche Läsionen in den oben genannten Positionen ebenfalls in der Lage sind, die Effektivität zu erhöhen, oder ob sie im Gegenteil eher ein arrhythmogenes Potential für Makroreentry-Tachykardien darstellen. Unterschiede bestehen dabei möglicherweise auch zwischen Patienten mit paroxysmalem und Patienten mit persistierendem Vorhofflimmern.

■ Betrachtungen zu Komplikationen und Follow-up

Hinsichtlich der Erfolgsrate sind für jedes Ablationskonzept verschiedene Ergebnisse publiziert worden. Abgesehen von unterschiedlicher Patientenselektion und unterschiedlicher Erfahrung kann die vorliegende Inkonsistenz der Daten auch auf Unterschieden in der Nachkontrolle beruhen. Das variable Auftreten, die verschiedene Dauer der Vorhofflimmern-Episoden wie auch Veränderungen in der Vorhofflimmern-Wahrnehmung gehören zu den Hauptproblemen der Nachbeobachtung. Die meisten Arbeiten zur Katheterablation von Vorhofflimmern nutzten symptomatische Rezidive und serielle 24-h-EKGs, um den Langzeiterfolg zu beurteilen. Es konnte aber gezeigt werden, daß eine Nachbeobachtung mit seriellem 24-h-Lz-EKG die Erfolgsrate um 15–20 % überschätzt, verglichen mit seriellem 7-Tage-EKG [23]. Zudem wurde auch in der Gruppe der Patienten mit hochsymptomatischem Vorhofflimmern ein beträchtlicher Anteil an asymptomatischer Rhyth-

musstörung gefunden, der sich nach linksatrialer Ablation signifikant erhöhte [28]. Bis zu 30 % der Patienten mit Vorhofflimmer-Rezidiven waren im postinterventionellen Verlauf vollständig asymptomatisch und wären bei einem alleinig symptomorientierten Follow-up fälschlich als Erfolg beschrieben worden [28] (Abb. 3).

Insgesamt müssen der therapeutische Wert und das Komplikationsrisiko für jede individuelle Ablationsstrategie abgewogen werden. Die Ergebnisse nach fokaler Triggerablation und segmentaler Lasso-Katheter-geführter distaler PV-Isolation sind insbesondere bei Patienten mit struktureller Herzerkrankung beschränkt. Zusätzlich tragen diese Prozeduren ein erhebliches Risiko von PV-Stenosen als schwere und gegenwärtig schwer therapierbare Komplikation. Demgegenüber zeigt die zirkumferentielle linksatriale Ablation auch bei Patienten mit persistierendem Vorhofflimmern und mit struktureller Herzerkrankung gute Erfolge. Die Langzeitergebnisse und das Risikoprofil erscheinen vertretbar. Eine reproduzierbare Induktion kontinuierlicher und transmuraler Ablationslinien bleibt zur Zeit jedoch schwierig. Als Folge diskontinuierlicher Ablationslinien sind durchaus auch proarrhythmogene Effekte im Sinne von Narben-Reentry-Tachykardien zu beobachten. Klinisch äußern sich diese als atypisches linksatriales Vorhofflattern (Abb. 4). Die berichtete Inzidenz nach linksatrialer Vorhofflimmern-Ablation liegt im Bereich von 10–20 % [29]. Derartige Makroreentry-Tachykardien im linken Vorhof sind einem elektrophysiologischen Mapping und einer Katheterablation in der Regel aber gut zugänglich. Trotzdem bleibt die Plazierung kontinuierlicher und transmuraler Läsionen eines der wichtigsten Ziele für künftige Entwicklungen der Katheter- und Ablationstechnologie. An diesem Punkt muß allerdings auch das Risiko der Ösophagusperforation genannt werden. Diesbezüglich repräsentieren kontinuierliche, transmurale Linien und die Gefährdung des Ösophagus sicherlich zwei Seiten derselben Medaille. Je besser und transmuraler die Ablationslinie, um so höher das Risiko für die Speiseröhre, die ungeschützt und mit variierender anatomischer Beziehung direkt hinter dem posterioren linken Vorhof liegt.

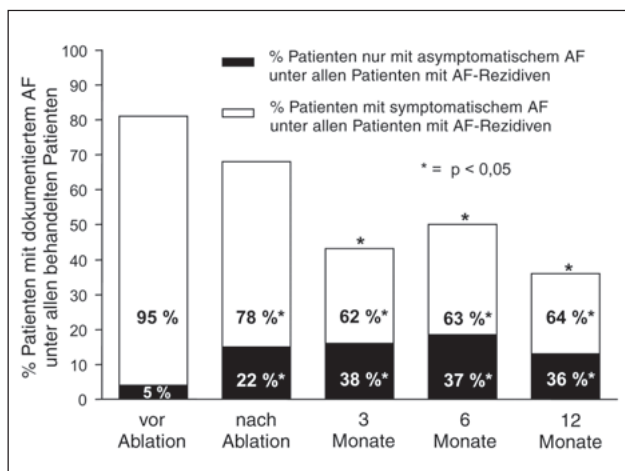


Abbildung 3: Darstellung der Ergebnisse nach Vorhofflimmer-Ablation mit seriellem 7-Tage-EKG. Für jeden Nachbeobachtungszeitpunkt ist der Anteil der Patienten mit dokumentierten Vorhofflimmern-Rezidiven aufgetragen. Im unteren dunklen Teil der Säulen sind die Patienten mit rein asymptomatischen Vorhofflimmern-Rezidiven zusammengefaßt. Mod. nach [28].

■ Zusammenfassung

Das sich in den großen Trichtern der PV-Mündungen am Übergang zum linken Vorhof befindliche arrhythmogene Substrat mit seinem Potential zur Generierung von Reentry-Kreisen konnte neben den PV-Triggern als zweite wesentliche pathophysiologische Grundlage zur Entstehung/Aufrechterhaltung von Vorhofflimmern identifiziert werden. Das gegenwärtig weit verbreitete Konzept der Plazierung zirkumferentieller linksatrialer Isolationslinien um die PV bietet die Möglichkeit, das arrhythmogene Substrat in den PV-Trichtern zusammen mit den in enger Nachbarschaft befindlichen Triggern auszuschalten.

Weitere Verbesserungen des klinischen Ablationserfolges sind zukünftig durch Technologien zu erwarten, die es erleichtern, reproduzierbar kontinuierliche und transmurale Ablationslinien mittels perkutaner Katheterablation zu plazieren, ohne zu einem Anstieg der Komplikationen zu führen.

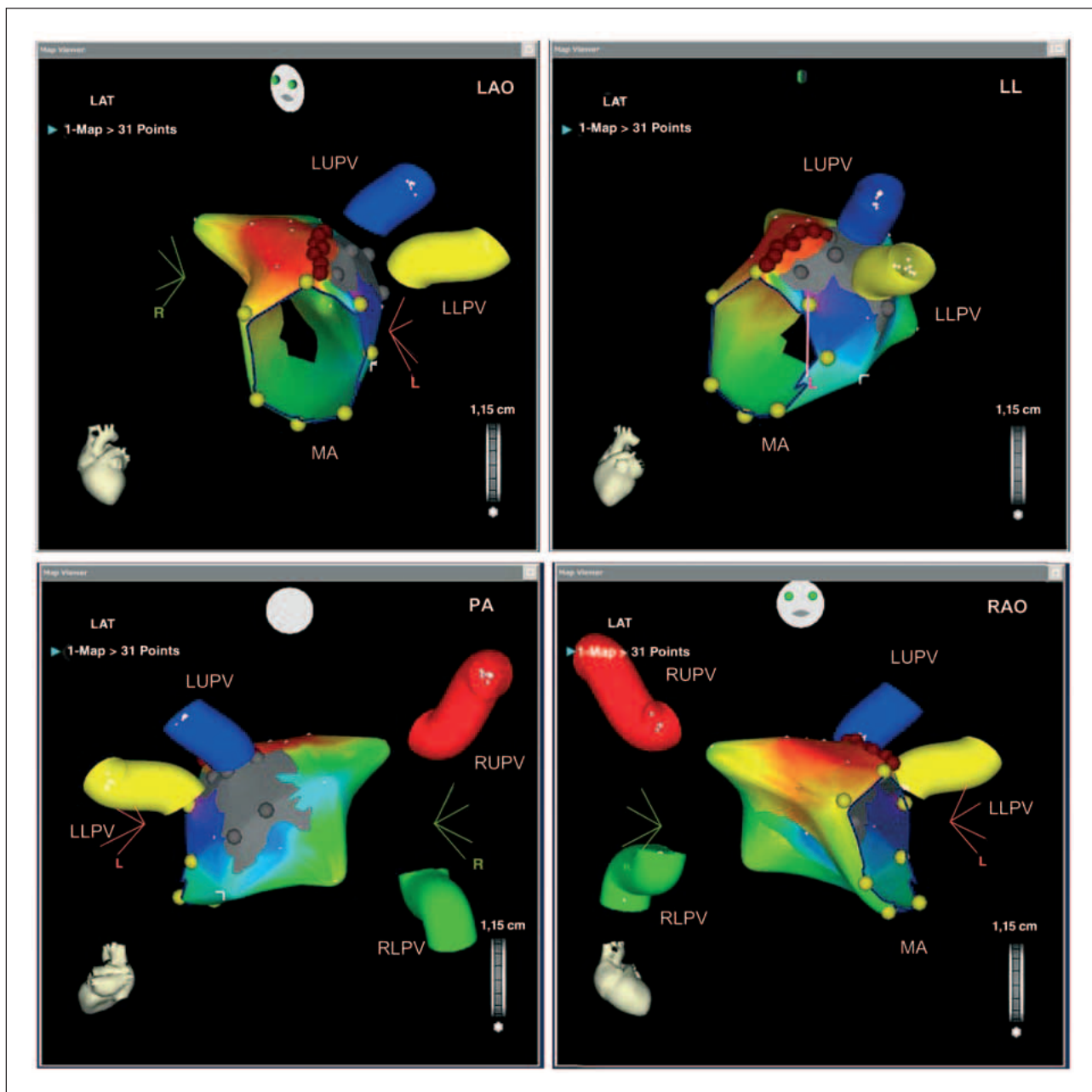


Abbildung 4: Beispiel eines perimitralen linksatrialen Vorhofflatterns nach Vorhofflimmern-Ablation. Rot kodiert sind Gebiete mit früher elektrischer Aktivierung. Blau kodiert sind Gebiete mit später elektrischer Aktivierung. Im Bereich des superioren linksatrialen Isthmus (Mitralthmus) fand sich ein Narbengebiet (graue Bereiche) mit fraktionierten Potentialen und engen Doppelpotentialen. Eine Ablationslinie (rote Punkte) vom postero-superioren Mitralanulus zur linken oberen PV terminierte die Rhythmusstörung. Das Carto-Map ist aus verschiedenen Perspektiven dargestellt (LAO, LL, PA, RAO).

Die Katheterablation von Vorhofflimmern befindet sich in den Schwerpunktzentren an der Schwelle zu einem klinischen Routineverfahren. Mit zunehmender Bestätigung eines günstigen Effektivitäts-Risiko-Profiles der Ablation wird in Zukunft die Indikation zur Katheterablation in einem früheren Krankheitsstadium dieser Arrhythmie gestellt werden. Es ist zu erwarten, daß hierdurch zum einen bessere Rhythmusergebnisse erzielt und zum anderen die klinischen Folgeerkrankungen des Vorhofflimmerns (z. B. Beitrag zur Herzinsuffizienz, thromboembolische Komplikationen) reduziert werden können.

Literatur:

1. Benjamin EJ, Wolf PA, D'Agostino RB, Silbershatz H, Kannel WB, Levy D. Impact of atrial fibrillation on the risk of death: The Framingham Heart Study. *Circulation* 1998; 98: 946–52.
2. Jais P, Haissaguerre M, Shah DC, Chouairi S, Gencel L, Hocini M, Clementy J. A focal source of atrial fibrillation treated by discrete radiofrequency ablation. *Circulation* 1997; 95: 572–6.
3. Haissaguerre M, Jais P, Shah DC, Takahashi A, Hocini M, Quiniou G, Garrigue S, Le Mouroux A, Le Metayer P, Clementy J. Spontaneous initiation of atrial fibrillation

by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med* 1998; 339: 659–66.

4. Shah DC, Haissaguerre M, Jais P. Catheter ablation of pulmonary vein foci for atrial fibrillation. *Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 47 (Suppl): 352–6.
5. Oral H, Knight BP, Tada H, Ozayadin M, Chugh A, Hassan S, Scharf C, Lai SW, Greenstein R, Pelosi F Jr, Strickberger SA, Morady F. Pulmonary vein isolation for paroxysmal and persistent atrial fibrillation. *Circulation* 2002; 105: 1077–81.
6. Natale A, Pisano E, Shewchik J, Bash D, Fanelli R, Potenza D, Santarelli P, Schweikert R, White R, Saliba W, Kanagaratnam L,

- Tchou P, Lesh M. First human experience with pulmonary vein isolation using a through-the-balloon circumferential ultrasound ablation system for recurrent atrial fibrillation. *Circulation* 2000; 102: 1879–82.
7. Schmitt C, Ndrepepa G, Weber S, Schmieder S, Weyerbrock S, Schneider M, Karch MR, Deisenhofer I, Schreieck J, Zrenner B, Schomig A. Batrial multisite mapping of atrial premature complexes triggering onset of atrial fibrillation. *Am J Cardiol* 2002; 89: 1381–7.
8. Saad EB, Rossillo A, Saad CP, Martin DO, Bhargava M, Erciyes D, Bash D, Williams-Andrews M, Beheiry S, Marrouche NF, Adams J, Pisano E, Fanelli R, Potenza D, Raviello A, Bonso A, Themistoclakis S, Brachmann J, Saliba WJ, Schweikert RA, Natale A. Pulmonary vein stenosis after radiofrequency ablation of atrial fibrillation. Functional characterization, evolution, and influence of the ablation strategy. *Circulation* 2003; 108: 3102–7.
9. Dill T, Neumann T, Ekin O, Breidenbach C, John A, Erdogan A, Bachmann G, Hamm CW, Pitschner HF. Pulmonary vein diameter reduction after radiofrequency catheter ablation for paroxysmal atrial fibrillation evaluated by contrast-enhanced three-dimensional magnetic resonance imaging. *Circulation* 2003; 107: 845–50.
10. Vance MS, Bernstein R, Ross BA. Successful stent treatment of pulmonary vein stenosis following atrial fibrillation radiofrequency ablation. *J Invasive Cardiol* 2002; 14: 414–6.
11. Qureshi AM, Prieto LR, Latson LA, Lane GK, Mesia CI, Radvansky P, White RD, Marrouche NF, Saad EB, Bash DL, Natale A, Rhodes JF. Transcatheter angioplasty for acquired pulmonary vein stenosis after radiofrequency ablation. *Circulation* 2003; 108: 1336–42.
12. Cox JL, Schuessler RB, D'Agostino HJ Jr., Stone CM, Chang BC, Cain ME. The surgical treatment of atrial fibrillation. III. Development of a definite surgical procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 101: 569–83.
13. Kottkamp H, Hindricks G, Hammel D, Autschbach R, Mergenthaler J, Borggrefe M, Breithardt G, Mohr FW, Scheld HH. Intraoperative radiofrequency ablation of chronic atrial fibrillation: a left atrial curative approach by elimination of anatomic „anchor“ reentrant circuits. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1999; 10: 772–80.
14. Hindricks G, Mohr FW, Autschbach R, Kottkamp H. Antiarrhythmic surgery for treatment of atrial fibrillation – new concepts. *Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 47: 365–9.
15. Kottkamp H, Hindricks G, Autschbach R, Krauss B, Strasser B, Schirdewahn P, Fabricius A, Schuler G, Mohr FW. Specific linear left atrial lesions in atrial fibrillation: intraoperative radiofrequency ablation using minimally invasive surgical techniques. *J Am Coll Cardiol* 2000; 40: 475–80.
16. Pappone C, Oral H, Santinelli V, Vicedomini G, Lang CC, Manguso F, Torracca L, Benussi S, Alfieri O, Hong R, Lau W, Hirata K, Shikuma N, Hall B, Morady F. Atrio-esophageal fistula as a complication of percutaneous transcatheter ablation of atrial fibrillation. *Circulation* 2004; 109: 2724–6.
17. Kottkamp H, Piorkowski C, Tanner H, Kobza R, Dorszewski A, Schirdewahn P, Gerds-Li JH, Hindricks G. Topographic variability of the oesophageal left atrial relation influencing ablation lines in patients with atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2005; 16: 146–50.
18. Pappone C, Oreto G, Lamberti F, Vicedomini G, Loricchio ML, Shpun S, Rillo M, Calabro MP, Conversano A, Ben-Haim SA, Cappato R, Chierchia S. Catheter ablation of paroxysmal atrial fibrillation using a 3D mapping system. *Circulation* 1999; 100: 1203–8.
19. Ernst S, Schlüter M, Ouyang F, Khanedani A, Cappato R, Hebe J, Volkmer M, Antz M, Kuck KH. Modification of the substrate for maintenance of idiopathic human atrial fibrillation. Efficacy of radiofrequency ablation using nonfluoroscopic catheter guidance. *Circulation* 1999; 100: 2085–92.
20. 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: 2619–28.
21. Pappone C, Oreto G, Rosanio S, Vicedomini G, Tocchi M, Gugliotta F, Salvati A, Dicandia C, Calabro MP, Mazzone P, Ficarra E, Di Gioia C, Gulletta S, Nardi S, Santinelli V, Benussi S, Alfieri O. Atrial electroanatomic remodeling after circumferential radiofrequency pulmonary vein ablation. Efficacy of an anatomic approach in a large cohort of patients with atrial fibrillation. *Circulation* 2001; 104: 2539–44.
22. Oral H, Scharf C, Chugh, Hall B, Cheung P, Good E, Veerareddy S, Pelosi F Jr, Morady F. Catheter ablation for paroxysmal atrial fibrillation. Segmental pulmonary vein ostial ablation versus left atrial ablation. *Circulation* 2003; 108: 2355–60.
23. Kottkamp H, Tanner H, Kobza R, Schirdewahn P, Dorszewski A, Gerds-Li JH, Carbucicchio C, Piorkowski C, Hindricks G. Time courses and quantitative analysis of atrial fibrillation episode number and duration after circular plus linear left atrial lesions: trigger elimination or substrate modification: early or delayed cure? *J Am Coll Cardiol* 2004; 44: 869–77.
24. 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.
25. Pappone C, Santinelli V, Manguso F, Vicedomini G, Gugliotta F, Augello G, Mazzone P, Tortoriello V, Landoni G, Zangrillo A, Lang C, Tomita T, Mesas C, Mastella E, Alfieri O. Pulmonary vein denervation enhances long-term benefit after circumferential ablation for paroxysmal atrial fibrillation. *Circulation* 2004; 109: 327–34.
26. Ouyang F, Bänsch D, Ernst S, Schaumann A, Hachiya H, Chen M, Chun J, Falk P, Khanedani A, Antz M, Kuck KH. Complete isolation of left atrium surrounding the pulmonary veins. *Circulation* 2004; 110: 2090–6.
27. Haissaguerre M, Sanders P, Hocini M, Hsu LF, Shah DC, Scavée C, Takahashi Y, Rotter M, Pasquie JL, Garrigue S, Clementy J, Jais P. Changes in atrial fibrillation cycle length and inducibility during catheter ablation and their relation to outcome. *Circulation* 2004; 109: 3007–13.
28. Hindricks G, Piorkowski C, Tanner H, Kobza R, Gerds-Li JH, Carbucicchio C, Kottkamp H. Perception of atrial fibrillation before and after radiofrequency catheter ablation: relevance of asymptomatic arrhythmic recurrence. *Circulation* 2005; 112: 307–13.
29. Kobza R, Hindricks G, Tanner H, Schirdewahn P, Dorszewski A, Piorkowski C, Gerds-Li JH, Kottkamp H. Late recurrent arrhythmias after ablation of atrial fibrillation: incidence, mechanisms, and treatment. *Heart Rhythm* 2004; 1: 676–83.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

[Medizintechnik-Produkte](#)



Neues CRTD 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](#)