

Journal für **Kardiologie**

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauserkrankungen

Robotische Navigation zur Katheterablation von Vorhofflimmern

Steinwender C

Journal für Kardiologie - Austrian

Journal of Cardiology 2011; 18

(3-4), 82-86

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

Robotische Navigation zur Katheterablation von Vorhofflimmern

C. Steinwender

Kurzfassung: Sicherheit und Effektivität der Katheterablation von Vorhofflimmern (AF) hängen stark von der Erfahrung und den Fertigkeiten des Operateurs ab, der den Ablationskatheter mittels manueller Steuerung präzise und mit anhaltend stabilem Kontakt zur Vorhofswand führen muss. Dennoch sind nicht oder nur vorübergehend transmurale Läsionen infolge eines teilweise zu geringen Wandkontaktes die Hauptursache für AF-Rezidive nach der Ablation. In den vergangenen Jahren wurden Robotertechnologien entwickelt, um die Katheterstabilität während der Ablation zu erhöhen und somit dauerhafte transmurale Läsionen zu kreieren. Derzeit sind 2 robotische Katheternavigations-Systeme am Markt, mit denen ein flüssigkeitsgekühlter Ablationskatheter vom Messplatz aus ferngesteuert und damit ohne Strahlenbelastung für den Operateur navigiert werden kann. Für beide Systeme konnte gezeigt werden, dass mit ihnen die Durchführung von Ablationen bei

AF möglich ist. Die bislang publizierten Daten zeigten mit der manuellen Ablation vergleichbare Erfolgsraten, wobei oft eine kürzere Durchleuchtungszeit bei Verwendung der robotischen Katheternavigation gefunden wurde. Dieser Vorteil wurde jedoch vor allem zu Beginn der Anwendung der neuen Technologie mit einer längeren Prozedurdauer erkauft.

Schlüsselwörter: Robotische Navigation, Katheterablation, Vorhofflimmern

Abstract: Remote Robotic Navigation for Atrial Fibrillation Ablation. Safety and efficacy of catheter ablations for atrial fibrillation (AF) strongly depend on the experience and manual skills of the operator who has to precisely navigate the catheter by hand in order to achieve stable and sustained tissue contact.

However, non-transmural lesions as a consequence of partly insufficient tissue contact are still the main reason for AF recurrences after the ablation. Robotic technologies have been developed to allow optimal catheter stability with the aim of achieving transmural lesion delivery. Two systems that provide navigation of an irrigated tip catheter by the operator remote from radiation exposure are currently available. Catheter ablation for AF has been shown to be feasible and safe with both systems. Published data suggest similar long-term results as compared to manual ablation procedures, with a significant reduction in fluoroscopy times as compared to the manual approach. However, total procedure times are often longer for robotic ablations, especially in the beginning of a robotic ablation program. **J Kardiologie 2011; 18: 82–6.**

Key words: remote navigation, robotic navigation, catheter ablation, atrial fibrillation

■ Einleitung

Die Katheterablation von Vorhofflimmern (atrial fibrillation, AF) hat sich zu einer etablierten Therapie bei hochsymptomatischen Patienten mit Versagen einer konventionellen Behandlung entwickelt. Das primäre Ziel der Ablation ist die elektrische Isolation der Pulmonalvenen (PV) bei Patienten mit paroxysmalem AF, optional ergänzt durch das Kreieren anatomisch geführter linearer oder elektrogrammbasierter fokaler Ablationen im Korpus der Vorhöfe bei persistierendem AF. Unabhängig von der Strategie hängen Sicherheit und Effektivität dieser Ablationen stark von der Erfahrung und den Fertigkeiten des Operateurs ab, der während der gesamten Prozedur den Katheter mittels manueller Steuerung präzise und mit anhaltend stabilem Kontakt zur Vorhofswand führen muss. Dennoch sind auch bei großer Expertise des Operateurs sowohl die klinischen Langzeiterfolge als auch bestimmte prozedurale Variablen der Katheterablation von AF derzeit als nicht befriedigend zu bezeichnen. Besonders kritische Beachtung verdienen hierbei die Unzuverlässigkeit des Katheter-Wand-Kontaktes als Ursache für nicht oder nur vorübergehend transmurale Läsionen und die hohe Röntgenstrahlenbelastung des Patienten und insbesondere des Operateurs. In den vergangenen Jahren wurden Robotertechnologien entwickelt, um die Katheterstabilität während der Ablation zu erhöhen und eine reproduzierbarere Katheterbewegung mit dem Ziel des Entstehens kontinuierlicher und transmuraler Läsio-

nen zu ermöglichen. Derzeit sind 2 robotische Katheternavigations-Systeme am Markt, mit denen ein flüssigkeitsgekühlter Ablationskatheter vom Messplatz aus durch den Operateur ferngesteuert navigiert werden kann; eines bewegt den Katheter über eine servo-/bowdenzügegesteuerte Schleuse (Sensei™ Electromechanical Robotic Navigation System, Hansen Medical, Mountain View, Kalifornien, USA), das andere über ein steuerbares Magnetfeld (Niobe, Stereotaxis, Saint-Louis, Missouri, USA). Dem allgemeineren Sprachgebrauch folgend werden die beiden Systeme im weiteren Text „Hansen-System“ beziehungsweise „Stereotaxis-System“ genannt. Nach Darstellung des Funktionsprinzips beider Systeme wird auf folgende Fragestellungen eingegangen: (1) Experimentelle Ergebnisse in Hinblick auf die Läsionsqualität bei robotischer Ablation, (2) Machbarkeitsstudien betreffend robotischer Ablation bei AF, (3) Durchleuchtungs- und Prozedurzeiten im Vergleich zur manuellen Ablation, (4) Klinische Ergebnisse im Vergleich zur manuellen Ablation, (5) Komplikationsraten.

In Österreich sind derzeit 2 robotische Katheternavigations-Systeme im Einsatz (ein Hansen-System im AKH Linz und ein Stereotaxis-System an der Medizinischen Universität Wien).

■ Hansen-System

Dieses System (Sensei™ Electromechanical Robotic Navigation System) besteht aus einer Arbeitsplattform für den Operateur (Sensei™ robotic control system; Abb. 1a) und dem ferngesteuerten Kathetermanipulator (Remote Catheter Manipulator; Abb. 1b). Dieser bewegt mittels 6 Servomotoren direkt 6 Bowdenzüge einer auf ihn aufgesteckten steuerbaren

Eingelangt und angenommen am 11. Jänner 2011.

Aus dem AKH Linz, I. Interne Abteilung (Vorstand: Prim. Univ.-Prof. Dr. Franz Leisch)

Korrespondenzadresse: PD Dr. Clemens Steinwender, I. Interne Abteilung, AKH Linz, A-4021 Linz, Krankenhausstraße 9; E-Mail: clemens.steinwender@akh.linz.at

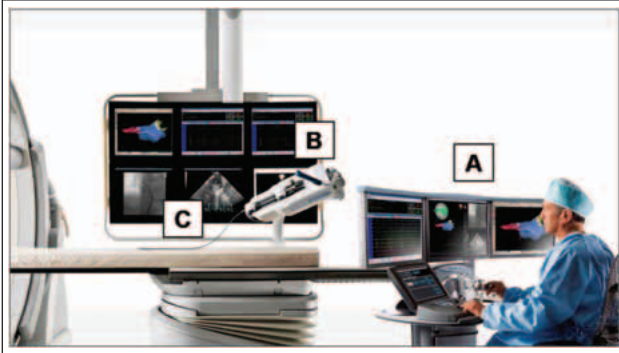


Abbildung 1: Sensei™ Electromechanical Robotic Navigation System; (a): Sensei™ Robotic Control System (Arbeitsplattform); (b): Remote Catheter Manipulator (Roboterarm); (c): Artisan™ Sheath (steuerbare Schleuse). Nachdruck mit freundlicher Genehmigung von Hansen Medical, Inc.

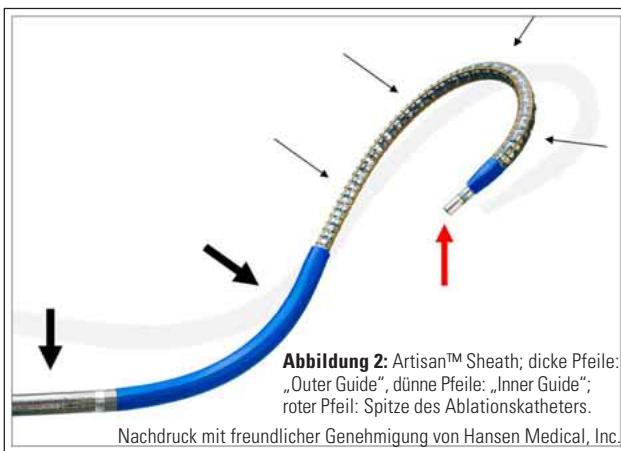


Abbildung 2: Artisan™ Sheath; dicke Pfeile: „Outer Guide“, dünne Pfeile: „Inner Guide“; roter Pfeil: Spitze des Ablationskatheters.

Nachdruck mit freundlicher Genehmigung von Hansen Medical, Inc.

Schleuse (Artisan™ Sheath, Hansen Medical; Abb. 1c). Die Artisan™-Schleuse selbst besteht aus 2 konzentrischen unabhängig voneinander steuerbaren Schleusen („outer“, 14F, und „inner guide“, 10,5F), wobei der „inner guide“ transseptal in den linken Vorhof vorgebracht wird (Abb. 2). Die Artisan™-Schleuse kann jeden handelsüblichen Ablationskatheter aufnehmen, wobei zunehmend für das System optimierte flüssigkeitsgekühlte Katheter ohne eigene Bowdenzüge angeboten werden (Therapy Cool Path ns™, St. Jude Medical, St. Paul, Minnesota, USA; Tevoro™, Biotronik, Berlin, Deutschland; Lynx™, Hansen Medical). Der „outer guide“ kann vor- und zurückgeschoben sowie um bis zu 90° deflektiert werden. Der „inner guide“ ermöglicht neben einer Reichweite von 8–10 cm ab der transseptalen Punktionsstelle eine Krümmung mit geringem Krümmungsradius von bis zu 270° in allen Raumrichtungen, wodurch jede beliebige Stelle im linken Vorhof erreichbar ist. Die Kontrolle über den „outer“ und „inner guide“ erfolgt von der Arbeitsplattform aus über den „Instinctive Motion Controller“, eine dreidimensionale Maus, die die Servomotoren und damit die Bowdenzüge der Artisan™ Schleuse nach einem „master and slave“ elektromechanischen Prinzip steuert: Die Bewegungen der Operators mit der 3D-Maus werden kontinuierlich mit der resultierenden Bewegung der Schleuse abgeglichen, was eine präzise Navigation des Ablationskatheters ermöglicht. Bei Nichtbetätigung der 3D-Maus erstarrt die Schleuse in der zuletzt eingenommenen Position [1]. Durch die Bewegung der Artisan™-Schleuse und des darin fixierten Katheters mittels Servomotoren und Bow-



Abbildung 3: Niobe II™. Nachdruck mit freundlicher Genehmigung von Stereotaxis.

denzügen ist innerhalb der Reichweite des „inner guides“ theoretisch und praktisch eine große Kraftausübung auf die Vorhofwand möglich. Diese wird durch ein taktiles Feedback-System (Intellisense™, Hansen Medical) zu begrenzen versucht. Dabei misst der Katheter mit einer unaufhörlichen geringen Vor- und Rückwärtsbewegung den Anpressdruck in g/cm² und sendet dem Operateur mittels graphischer Darstellung und zunehmender Vibrationen der 3D-Maus Informationen über einen steigenden Druck des Katheters gegen die Vorhofwand [2]. Die Arbeitsplattform besteht aus 3 Bildschirmen, in die neben den Elektrokardiogrammen fluoroskopische Bilder ebenso wie intrakardiale Echokardiographie-Sequenzen und elektroanatomischen Maps eingespielt werden können. Die Navigation erfolgt meist mithilfe des Ensite NavX™-Systems (St. Jude Medical), das mittels der dafür entwickelten CoHesion™-Software (Hansen Medical) eine instinktive Steuerung der Artisan™-Schleuse über die 3D-Maus ermöglicht. Es sind jedoch auch Schnittstellen für das Carto™-System (Biosense Webster, Diamond Bar, Kalifornien, USA) oder das Rotational Angiography Imaging (Philips Medical Systems, Eindhoven, Niederlande) vorgesehen. Alle Module des Hansen-Systems sind ohne oder nur mit geringen baulichen Veränderungen (z. B. am Messplatz) in bestehende Elektrophysiologie-Labors integrierbar.

■ Stereotaxis-System

Das Niobe™ Stereotaxis-System verwendet ein steuerbares Magnetfeld, welches einen magnetischen flüssigkeitsgekühlten Katheter (Navistar™ RMT Thermocool™, Biosense Webster) mit weicher Spitze innerhalb des Herzens bewegt [3]. Das Magnetfeld wird durch je einen links und rechts des Untersuchungstisches montierten Festmagneten mit einem Gesamtgewicht von 1,8 Tonnen erzeugt und mittels computergesteuerter mechanischer Verschiebung der Magnetabschirmung gesteuert. Die zweite Generation des Systems (Niobe II™) erlaubt darüber hinaus ein Schwenken der Magneten zu einer LAO 40°- und RAO 30°-Position (Abb. 3). Die Stärke des erzeugten Magnetfeldes ist mit 0,08 Tesla relativ schwach, reicht jedoch aus, die Katheterspitze, in der 3 kleine Magneten entlang der 3 Raumachsen angeordnet sind, präzise zu navigieren und dann einen konstanten Kontakt zwischen Katheterspitze und Vorhofwand zu erzielen. Die Steuerung erfolgt über ein Vektorensystem, wobei magnetische Feldvektoren gespeichert und Ablationslinien auf der virtuellen Anatomie des in Kombination verwendeten 3D-Mapping-

Systems (Carto RMT™-System, Biosense Webster) designed werden können. Damit besteht theoretisch die Möglichkeit einer semi-automatischen Kathetermanipulation [4]. Das Magnetfeld wird ebenso wie der Servomotor zum Vorschieben und Zurückziehen des Katheters (Cardiodrive™, Stereotaxis) über einen Arbeitsplatz (Navigant™, Stereotaxis) mit der Möglichkeit des Einspielens von Bilddaten multipler Quellen, vergleichbar mit dem Sensei™ Robotic Control System, gesteuert, wobei die Manipulation hauptsächlich über ein joystickartiges Bedienelement erfolgt. Das konstante Vorhandensein des Magnetfeldes ermöglicht einen gleichmäßigen Kontakt der Katheterspitze mit der Vorhofwand während des gesamten Herzzyklus, auch nach Loslassen des Joysticks. Die Biegsamkeit der Katheterspitze und die geringe Feldstärke ermöglichen ein sicheres Navigieren und Abladieren bei minimalem Perforationsrisiko. Durch Größe und Gewicht der Festmagneten und der Notwendigkeit einer magnetischen Abschirmung des Untersuchungsraumes erfordert die Installation des Stereotaxis-Systems meist die Schaffung einer neuen entsprechenden Räumlichkeit.

■ Qualität der Läsionen

Ein beabsichtigter Vorteil der robotischen Katheternavigation ist, dass die Katheterposition genau gehalten wird, wenn der Operateur die Fernsteuerung loslässt. Damit soll eine erhöhte Stabilität des Katheter-Wand-Kontaktes während der gesamten Energieabgabe erzielt werden. Zusätzlich kann beim Hansen-System die Stärke des Kontaktes mit dem Intellisense™-System abgeschätzt werden. Mehrere Studien am Tiermodell haben untersucht, ob diese theoretischen Vorteile zu größeren oder häufiger transmurale Läsionen führen. Eine Studie an 7 Schweinevorhöfen konnte zeigen, dass die Ablation mit dem Hansen-System zu einer stärkeren Reduktion der lokalen Elektrogramm-Amplitude führte als eine manuelle Ablation ($49 \pm 2,6\%$ vs. $29 \pm 4,5\%$ Amplitudenreduktion nach einer Minute; $p = 0,0002$). Dazu korrelierend waren die robotisch erzeugten Läsionen häufiger transmural. Perforationen oder Thrombenbildungen an der Katheterspitze traten nicht auf [5]. Um die optimale Kontaktkraft bei robotischer Katheternavigation zu ermitteln, führten Okamura et al. mit dem Hansen-System atriale Ablationen bei 12 Hunden durch. Der Katheter-Wand-Kontakt wurde mit intrakardialem Ultraschall semiquantitativ validiert (geringer Kontakt bei $4,7 \pm 5,8$ g, guter Kontakt bei $9,9 \pm 8,6$ g und Ausbeulen [„tenting“] der Wand bei $25,0 \pm 14,0$ g). Bei einer Kraft von 10–20 g wurden verlässlich transmurale Läsionen generiert, die auch volumetrisch größer waren als die teilweise nicht transmuralen Läsionen, die bei einer Kraft < 10 g kreiert wurden (98 ± 69 mm³ vs. 40 ± 42 mm³). Eine Kraft > 20 g brachte keine weitere Größenzunahme der Läsionen, die anatomischen Maps des ebenfalls verwendeten 3D-Mapping-Systems (NavX™) wurden dabei jedoch deutlich deformiert [6].

■ Machbarkeitsstudien

Mehrere Machbarkeitsstudien belegen die Durchführbarkeit und Sicherheit von zirkumferentiellen PV-Isolationen und dem Kreieren linearer linksatrialer Läsionen mit dem Hansen- und dem Stereotaxis-System. Eine komplette PV-Isolation konnte hierbei mit beiden Systemen bei 95–100 % der Patienten er-

zielt werden [7–15]. Vor allem in frühen Publikationen wurden als technische Herausforderungen beim Hansen-System eine etwas erschwerte Erreichbarkeit der rechten unteren PV [7, 8] und beim Stereotaxis-System Stabilitätsprobleme im Bereich des Mitralklappenrings mit Prolabieren der weichen Katheterspitze in den linken Ventrikel genannt [14]. In Hinblick auf eventuelle Interferenzen des Magnetfeldes des Stereotaxis-Systems mit permanenten Schrittmachern oder Defibrillatoren konnte gezeigt werden, dass eine Ablation mit dem System bei diesen Patienten sicher ist [16].

■ Durchleuchtungs- und Prozedurzeiten

Mehrere Studien konnten belegen, dass durch den Einsatz von robotischer Katheternavigation nach einer anfänglichen Lernkurve eine Reduktion der Durchleuchtungszeiten erzielt werden kann [7, 9, 15, 16]. So führten Steven et al. eine randomisierte Studie an 60 Patienten mit paroxysmalem AF durch, um den Unterschied der Durchleuchtungszeiten zwischen einer Ablation mit dem Hansen-System und einer manuell geführten Ablation zu evaluieren. Bei allen Patienten wurde ein 3D-Mapping-System (NavX™) verwendet und eine PV-Isolation erzielt. Die Verwendung des Hansen-Systems reduzierte die Durchleuchtungszeit im Vergleich zur manuellen Ablation signifikant ($9 \pm 3,4$ min vs. $22 \pm 6,5$ min; $p < 0,001$), wobei die Reduktion während der Ablation und nicht während des Positionierens der Katheter und des Erstellens des 3D-Maps auftrat. Die Prozedurdauer war bei der Ablation mit dem Hansen-System im Vergleich zur manuellen Ablation nicht-signifikant erhöht (156 ± 44 min vs. 134 ± 12 min; $p = 0,099$) [9]. Vergleichbare Daten wurden für die Verwendung des Stereotaxis-Systems publiziert. So berichteten Kim et al. eine Reduktion der Durchleuchtungszeit von 29 min bei Verwendung des Stereotaxis-Systems zur PV-Isolation im Vergleich zur manuellen Ablation ($p = 0,001$). Die Prozedurdauer war in der Stereotaxis-Gruppe jedoch um 36 Minuten im Vergleich zur manuell abladierten Gruppe signifikant erhöht ($p = 0,003$) [17]. Hingegen berichteten Miyazaki et al. aus Bordeaux rezente über signifikant verlängerte Durchleuchtungs- (58 ± 24 min vs. 40 ± 14 min; $p < 0,001$) und Prozedurzeiten (246 ± 50 min vs. 153 ± 51 min; $p < 0,001$) bei der Verwendung des Stereotaxis-Systems im Vergleich zur manuellen Ablation bei Patienten mit paroxysmalem AF [18]. Der Benefit der robotischen Systeme bei Betrachtung der Durchleuchtungszeiten betrifft vor allem die Operateure, da die Strahlenbelastung im Bereich des Schalltraumes, von wo aus gesteuert wird, vernachlässigbar gering ist. Zusätzlich wirkt sich die fehlende Notwendigkeit, einen Bleimantel zu tragen, positiv auf die kurz- und langfristige Belastbarkeit der Operateure aus [7].

■ Klinische Ergebnisse

Die publizierten klinischen Erfahrungen spiegeln hauptsächlich die Ergebnisse von Registerstudien mit robotischer Katheternavigation und nicht-randomisierter Vergleiche zur manuellen Ablation wider. Die klinischen Ergebnisse der PV-Isolation mit beiden Systemen sind hierbei durchwegs mit denen der manuellen Ablation vergleichbar. So berichteten Saliba et al. von 40 Patienten mit einer PV-Isolation bei Patienten mit paroxysmalem AF. Ein Jahr nach der Ablation mit dem Hansen-System waren 34 (86 %) der Patienten ohne

Antiarrhythmika rezidivfrei [19]. Die größte (ebenfalls nicht-randomisierte) Vergleichsstudie bei Patienten mit AF wurde für das Hansen-System von Di Biase et al. durchgeführt, die 193 Patienten robotisch und 197 manuell abladierten. Dabei wurden alle Ablationen zu gleichen Teilen von 2 erfahrenen Operateuren durchgeführt. Die Erfolgsraten waren nach 14 ± 1 Monaten für beide Gruppen gleich (Hansen-System: 164 [85 %] Patienten; manuell: 159 [81 %] Patienten; $p = 0,345$) [7]. Von besonderem Interesse ist eine Publikation von Willems et al., die für 64 Patienten mit paroxysmale AF 3 Monate nach erfolgreicher PV-Isolation mit dem Hansen-System eine Erfolgsrate von 81 % (52/64 Patienten) fand. Vierzig (63 %) der Patienten, davon sämtliche Patienten mit neuerlichem AF, wurden nach 3 Monaten einer zweiten elektrophysiologischen Untersuchung/Ablation unterzogen. Dabei zeigten alle Patienten mit AF-Rezidiven eine Rekonnektion von zumindest 2 PVs. Es fanden sich jedoch auch bei den asymptomatischen Patienten häufig PV-Rekonnektionen. Insgesamt waren 69 der 160 neuerlich untersuchten PVs (43 %) rekonnektiert [15].

Für das Stereotaxis-System publizierten Chun et al. für 56 Patienten mit AF eine Erfolgsrate von 70 % bei einem mittleren Follow-up von 545 Tagen und Katsiyannis et al. für 20 Patienten von 75 % nach einem Jahr [4, 10].

Komplikationen

Komplikationen traten vor allem zu Beginn des Einsatzes der neuen Technologien, in der Lernkurve der Operateure, gehäuft auf. Ihre Inzidenz sank zusätzlich bei einer „case load“ von > 30 Fällen pro Operateur und Jahr [7, 20]. Für das Hansen-System wurde vor allem zu Beginn seiner Nutzung das Auftreten von Zugangsproblemen im Bereich der Leiste beschrieben. Wazni et al. berichteten bei insgesamt 71 Patienten von 4 Gefäßkomplikationen, wobei in einem Fall die Vena iliaca externa gestentet werden musste. Weiters traten in dieser Serie periinterventionell 2 Perikardtamponaden sowie postinterventionell 5 signifikante Pulmonalvenenstenosen und 1 Gastroparese auf. Die Autoren wiesen darauf hin, dass alle Komplikationen früh in der Serie auftraten und zu Modifikationen ihrer Technik führten. So konnte für die Aufnahme der Artisan-Schleuse die Verwendung von langen 14F-Sheaths, die bis in die Vena cava inferior reichen, weitere Gefäßkomplikationen verhindern helfen. Ebenfalls wurde eine Reduktion der Ablationsleistung auf 25 W an der Hinterwand des Vorhofes durchgeführt [20]. Die Inzidenz von Ösophagussschäden bei Verwendung des Hansen-Systems verdient insofern besondere Beachtung, als der Wandkontakt mithilfe der Roboterschleuse vom Untersucher mit hoher Kraft ausgeübt werden kann. Rillig et al. publizierten die Ergebnisse von 42 Patienten, bei denen eine Ösophagoskopie am Tag nach einer robotischen PV-Isolation durchgeführt wurde. Die Leistung der Ablation war im Bereich der Hinterwand auf 25 W limitiert gewesen. Sie fanden ösophageale Ulzerationen in 14 % aller Patienten, die jedoch alle unter einer Protonenpumpen-Hemmer-Therapie nach weiteren 2 Wochen abgeheilt waren. Atrio-ösophageale Fisteln traten nicht auf [21]. Bei routinemäßiger Verwendung des Hansen-Systems durch 2 erfahrene Operateure war in der bereits oben genannten Studie von Di Biase et al. mit insgesamt 390 Pati-

enten die Komplikationsrate in der robotischen Gruppe im Vergleich zur manuellen Gruppe nicht erhöht (3/193 vs. 2/197 Patienten; $p = 0,683$) [7]. Komplikationen bei der Durchführung von PV-Isolationen mit dem Stereotaxis-System beinhalten PV-Stenosen und Thromboembolisationen. Letztere traten jedoch nur bei Verwendung der ersten Generation des magnetischen flüssigkeitsgekühlten Katheters auf, der mittlerweile durch ein Nachfolgeprodukt (Navistar™ RMT Thermocool™, Biosense Webster) ersetzt wurde. Durch die Flexibilität der Katheterspitze und die geringe Kraft des Magnetfeldes traten keine akuten intraprozeduralen Komplikationen wie Perikardtamponaden auf [4].

Zusammenfassung und Ausblick

Für beide robotischen Katheternavigations-Systeme konnte gezeigt werden, dass mit ihnen die Durchführung von Ablationen bei Patienten mit Vorhofflimmern möglich ist. Die bislang publizierten Daten haben mit der manuellen Ablation vergleichbare Ergebnisse gezeigt, wobei in vielen Publikationen eine kürzere Durchleuchtungszeit bei Verwendung der robotischen Katheternavigation gefunden wurde. Dieser Vorteil wurde jedoch vor allem zu Beginn der Anwendung der neuen Technologie mit einer längeren Prozedurdauer, meist durch längere Rüstzeiten, erkauft. Da die Anzahl an Katheterablationen von Vorhofflimmern und anderen komplexen Arrhythmien in Zukunft zunehmen wird, wird der Bedarf an Systemen, die eine über Jahre erworbene „manuelle Expertise“ der Operateure in geringerem Ausmaß erfordern, stark steigen. Die robotische Katheternavigation hat bewiesenermaßen die Fähigkeit, die Läsionsqualität der Ablation zu erhöhen, auch wenn sich dies noch nicht in besseren klinischen Langzeitergebnissen niedergeschlagen hat. Schlußendlich wird das ultimative Ziel die technologische Weiterentwicklung zur Möglichkeit einer semi- oder gar vollautomatischen Katheterablation von Vorhofflimmern sein, um schnellere, sicherere und erfolgreichere Ablationen zu gewährleisten.

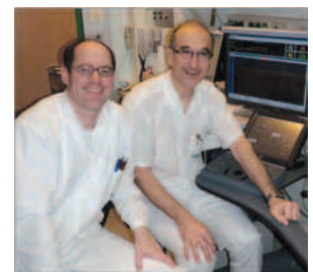
Interessenkonflikt

Der Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Im Gedenken

Dieser Beitrag ist meinem Lehrer, Vorbild und Freund, Herrn OA Univ.-Doz. Dr. Robert Hofmann, dem langjährigen Leiter des Rhythmuslabors und der Internen Intensivstation des AKh Linz, gewidmet, der am 20. Oktober 2010 verstorben ist. Lieber Robert, ich werde Dich nie vergessen!

Dein Clemens



Literatur:

1. Kanagaratnam P, Koa-Wing M, Wallace DT, Goldenberd AS, Peters NS, Davies DW. Experience of robotic catheter ablation in humans using a novel remotely steerable catheter sheath. J Interv Card Electrophysiol 2008; 21: 19–26.
2. Saliba W, Cummings JE, Oh S, Zhang Y, Mazgalev TN, Schweikert RA, Burkhardt JD,

Natale A. Novel robotic catheter remote control system: feasibility and safety of transseptal puncture and endocardial catheter navigation. J Cardiovasc Electrophysiol 2006; 17: 1102–5.

3. Pappone C, Vicedomini G, Manguso F, Gugliotta F, Mazzone P, Gulletta S, Sora N, Sala S, Marzi A, Augello G, Livolsi L, Santagostino A, Santinelli V. Robotic mag-

- netic navigation for atrial fibrillation ablation. *J Am Coll Cardiol* 2006; 47: 1390–400.
4. Chun KR, Wissner E, Koektuerc B, Konstantinidou M, Schmidt B, Zerm T, Metzner A, Titz R, Boczor S, Fuernkranz A, Ouyang F, Kuck KH. Remote-controlled magnetic pulmonary vein isolation utilizing a new irrigated tip catheter in patients with atrial fibrillation. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2010; 3: 458–64.
5. Koa-Wing M, Kojodjojo P, Malcolm-Laws LC, Salukhe TV, Linton NW, Grogan AP, Bergman D, Lim PB, Whinnett ZI, McCarthy K, Ho SY, O'Neill MD, Peters NS, Davies DW, Kanagaratnam P. Robotically assisted ablation produces more rapid and greater signal attenuation than manual ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2009; 20: 1398–404.
6. Okamura Y, Johnson SB, Bunch TJ, Henz BD, O'Brien CJ, Packer DL. A systematic analysis of in vivo contact forces on virtual catheter tip/tissue surface contact during cardiac mapping and intervention. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2008; 19: 632–40.
7. Di Biase L, Wang Y, Horton R, Gallinghouse GJ, Mohanty P, Sanchez J, Patel D, Dare M, Canby R, Price LD, Zagdrosky JD, Bailey S, Burkhardt JD, Natale A. Ablation of atrial fibrillation utilizing robotic catheter navigation in comparison to manual navigation and ablation: single-center experience. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2009; 20: 1328–35.
8. Kautzner J, Peichl P, Cihak R, Wichterle D, Mlcochova H. Early experience with robotic navigation for catheter ablation of paroxysmal atrial fibrillation. *Pacing Clin Electrophysiol* 2009; 32 (Suppl 1): S163–66.
9. Steven D, Seratius 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.
10. Katsiyannis WT, Welby DP, Matelski JL, Ervin VL, Laverence KL, Gornick CC. Feasibility and safety of remote-controlled magnetic navigation for ablation of atrial fibrillation. *Am J Cardiol* 2008; 102: 1674–76.
11. Pappone C, Sanitelli V. Safety and efficacy of remote magnetic ablation of atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 2008; 51: 1614–5.
12. Lactu DG, Ricard P, Zargane N, Yaici K, Rinaldi JP, Maluski A, Saoudi N. Robotic magnetic navigation for ablation of human arrhythmias: initial experience. *Arch Cardiovasc Dis* 2009; 102: 419–25.
13. Di Biase L, Fahmy TS, Patel D, Bai R, Civello K, Wazni OM, Kanj M, Elayi CS, Ching CK, Khan M, Popova L, Schweikert RA, Cummings JE, Burkhardt JD, Martin DO, Bhargava M, Dresing T, Saliba W, Arruda M, Natale A. Remote magnetic navigation: human experience in pulmonary vein ablation. *J Am Coll Cardiol* 2007; 50: 868–74.
14. Xu D, Yang B, Shan Q, Zou J, Chen M, Chen C, Hou X, Zhang F, Li WQ, Cao K, Tse HF. Initial clinical experience of remote magnetic navigation system for catheter mapping and ablation of supraventricular tachycardias. *J Interv Card Electrophysiol* 2009; 25: 171–4.
15. Willems S, Steven D, Servatius H, Hoffmann BA, Drewitz I, Müllerleile K, Aydin MA, Wegscheider K, Salukhe TV, Meinertz T, Rostock T. Persistence of pulmonary vein isolation after robotic remote-navigated ablation for atrial fibrillation and its relation to clinical outcome. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2010; 21: 1079–84.
16. Eitel C, Hindricks G, Sommer P, Wetzel U, Bollmann A, Gaspar T, Husser D, Piorkowski C, Hindricks G. Safety of remote magnetic navigation in patients with pacemakers and implanted cardioverter defibrillators. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2010; 33: 1312–8.
17. Kim AM, Turakhia M, Lu J, Baghwar N, Lee BK, Lee RJ, Marcus GM, Tseng ZH, Scheinman M, Olgin JE. Impact of remote magnetic catheter navigation on ablation fluoroscopy and procedure time. *Pacing Clin Electrophysiol* 2008; 31: 1399–404.
18. Miyazaki S, Shah AJ, Khaët O, Derval N, Matsuo S, Wright M, Nault I, Forclaz A, Jadidi AS, Knecht S, Rivard L, Liu X, Linton N, Sacher F, Hocini M, Jais P, Haïssaguerre M. Remote magnetic navigation with irrigated tip catheter for ablation of paroxysmal atrial fibrillation. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2010; 3: 585–9.
19. Saliba W, Reddy VY, Wazni O, Cummings JE, Burkhardt JD, Haïssaguerre M, Kautzner J, Peichl P, Neuzil P, Schibgilla V, Noelker G, Brachmann J, Di Biase L, Barrett C, Jais P, Natale A. Atrial fibrillation ablation using a robotic catheter remote control system: initial human experience and long-term follow-up results. *J Am Coll Cardiol* 2008; 51: 2407–11.
20. Wazni OM, Barrett C, Martin DO, Shaheen M, Tarakji K, Baranowski B, Hussein A, Callahan T, Dresing T, Bhargava M, Kanj M, Tchou P, Natale A, Saliba W. Experience with the Hansen robotic system for atrial fibrillation ablation – lessons learned and techniques modified: Hansen in the real world. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2009; 20: 1193–6.
21. Rillig A, Meyerfeldt U, Birkemeyer R, Wiest S, Sauer BM, Staritz M, Jung W. Oesophageal temperature monitoring and incidence of oesophageal lesions after pulmonary vein isolation using a remote robotic navigation system. *Europace* 2010; 12: 655–61.

Fragen zum Text

- Wie wird beim Hansen-System der Anpress-Druck des Katheters an die Vorhofwand gemessen?
 - durch elektrische Messungen
 - durch elektromagnetische Messungen
 - durch Druckmessungen an der Katheterspitze
 - durch Messungen der Verformung der Katheterspitze
 - durch optische Messungen.
- Wie wird beim Stereotaxis-System der Ablations-Katheter navigiert?
 - durch steuerbare Magnetfelder und einen Servomotor zum Verschieben des Katheters
 - durch steuerbare Magnetfelder ohne zusätzliche Servomotoren
 - durch servogesteuerte Bowdenzüge, die eine Schleuse bewegen
 - durch Servomotoren die normale Ablations-Katheter bewegen
 - durch lange Bowdenzüge, die vom Steuerpult zum Ablations-Katheter führen.
- Im Vergleich zur manuellen Ablation weist die robotische Ablation von Vorhofflimmern auf:
 - vergleichbare Ergebnisse bei kürzeren Durchleuchtungszeiten
 - schlechtere Ergebnisse bei längeren Durchleuchtungszeiten
 - vergleichbare Ergebnisse bei signifikant höheren Komplikationsraten
 - schlechtere Ergebnisse bei längeren Prozedurzeiten
 - bessere Ergebnisse bei kürzeren Durchleuchtungszeiten.

Lösung

Richtige Lösung von S. 86: 1c; 2a; 3a

← 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