

Neue bildbasierte Kammertachykardie-Ablation

# Nur schöne Bilder oder besserer Erfolg?

In den vergangenen zwei Jahrzehnten hat sich die Kammertachykardie (KT)-Ablation erfolgreich als Begleittherapie zu den implantierbaren Kardioverter-Defibrillatoren (ICD) und der antiarrhythmischen (AAD)-Therapie entwickelt. Entsprechend ist sie in den Guidelines verankert (1).



**Au cours des deux dernières décennies, l'ablation de la tachycardie ventriculaire (VT) a été développée avec succès en tant que thérapie adjuvante aux défibrillateurs implantables (ICD) et au traitement antiarythmique (AAD). En conséquence, elle est ancrée dans les lignes directrices (1).**

Eine Übersicht über die Indikation der KT-Ablation ist in der Tabelle 1 wiedergegeben.

## Die Diagnose der KT

Die Patienten stellen sich bei ihrem Hausarzt, Kardiologen oder in der Notaufnahme mit verschiedenen Symptomen wie Dyspnoe, Synkope, Brustschmerz, Palpitationen oder einer ICD-Schockabgabe bei implantiertem Defibrillator vor. Die Diagnose wird im 12-Ableitungs-EKG gestellt.

## Probleme bei ICD-Schock Abgabe und antiarrhythmischer Medikation

Rezidivierende adäquate und nicht-adäquate ICD-Schockabgaben sind mit einer erhöhten Morbidität und Mortalität verbunden (2,3). Diese Schockabgaben sind keine Behandlung der KT, sondern nur Versuche, diese zu stoppen. Bei ischämischer Kardiomyopathie mit einer LVEF <35% ist die Behandlung mit ICD deutlich besser als mit Amiodarone oder Betablocker (4). Bei Patienten mit einer LVEF >35% (5) sind die Daten nicht klar. In der aktuellen DANISH-Study zeigt sich bei Patienten mit einer nicht-ischämischen Kardiomyopathie kein Unterschied in der «all-cause mortality» zwischen einer Behandlung mit und einer ohne ICD (6). Die Medikation mit Amiodarone war, im Sinne einer Reduktion der ICD-Schockabgabe, nicht in allen Patienten wirksam. Darüber hinaus zeigte diese Therapie keine Auswirkungen auf die Sterblichkeitsrate, das Nebenwirkungsprofil ist allerdings erheblich. Des Weiteren erhöhen Antiarrhythmika auch die Mortalität (ausgenommen Betablocker). Die KT-Ablation ist eine wichtige therapeutische Intervention in Fällen von wiederkehrenden KT, bei welchen die Medikamente entweder unwirksam sind oder schlecht vertragen werden.

## Probleme mit der ursprünglichen KT-Ablations-Strategie (während KT)

Die ersten KT-Ablationen wurden operativ bei schwer kranken Postinfarktpatienten mit ventrikulären Aneurysmen durchgeführt. Im Laufe der Zeit verbesserte sich die Technik bei der Entwicklung von Hochfrequenz (HF)-Ablation und schliesslich «irrigierter RF»-Ablation. Zuvor wurden KT-Ablations-Strategien unter laufender KT durchgeführt. Dies barg verschiedene Probleme; in 14% der Patienten war die KT nicht mehr induzierbar während der Prozedur,



Dr. med. Benjamin Berte, PhD  
Zürich

in 30% fehlte ein diagnostisches 12-Kanal-EKG der klinischen KT. Selbst wenn die KT induzierbar ist, wird sie bei 70% der Patienten nicht toleriert. Als Folge wurde die KT-Ablation hauptsächlich in einer hoch ausgewählten Patientenpopulation mit sehr variablem Erfolg von zirka 50% durchgeführt (7).

## Die Lösung: Eine neue KT-Ablations-Strategie (im Sinusrhythmus)

Um die oben erwähnten Einschränkungen zu umgehen, sind neue substratbasierte Ablations-Strategien (mit der Möglichkeit die Patienten im Sinusrhythmus zu behandeln) entwickelt worden. Verschiedene Techniken sind verfügbar, aber die meisten versuchen abnormale Potentiale aus Herzmuskelzellen, die innerhalb der Narbe elektrisch aktiv blieben, zu eliminieren (8). Durch Beseitigung dieser abnormen Potentiale mit einem Ablationskatheter können wir diese Kurzschlüsse, welche KT verursachen, ausschliessen. Bei diesem Verfahren zeigte sich, dass das anfänglich im Myokardinfarkt beschriebene Substrat in der Tat auch aus Narben entspringenden KTs in anderen Erkrankungen, wie Myokarditis und ARVC, verantwortlich sind.

**TAB. 1 Übersicht der Indikation einer KT-Ablation (1)**

Dringende Behandlung von an-dauernder KT /elektrischer Sturm	Bei (a)symptomatischer KT bei Tachykardiomyopathie *
Rezidivierende adäquate ICD Schocks	Bei symptomatischer Ausflusstrakt KT *
Nach 1 Episode von anhaltender KT (oder ATP/ICD Schock) bei ICM	Bei symptomatischer Papillarmuskel KT *
Symptomatische anhaltende KT (bei ICM, NICM, ARVC und kongenitale Herzkrankheit)	Epikardiale KT Ablation nach einem elektrischen Sturm bei Brugada Patienten °
Schenkelblock Reentry KT *	KT-Ablation von VES-induziertem Kammerflimmern °

\* KT-Ablation ohne ICD Implantation; ° Fehlen grosser Studien; gemäss Indikation in den Guidelines  
Abkürzungen: KT, Kammertachykardien; ATP, Antitachykardie pacing; ICD, Kardioverter-Defibrillator; ICM, ischämische Kardiomyopathie; NICM, nicht-ischämische Kardiomyopathie; ARVC, Arrhythmogene Rechtsventrikuläre Kardiomyopathie; VES, ventrikuläre Extrasystole.

### Verschiedene Methoden der Bezeichnung der Narben

Der Elektrophysiologe ist an der strukturellen und funktionellen Darstellung der Narbe interessiert, weil in >96% der Fälle die KT dort ihren Ursprung hat.

Es gibt 3 Methoden, um diese Narbe darzustellen (Abb. 1):

#### Mittels Bildgebung

Bei der überwiegenden Mehrzahl der Patienten entspringt die KT in einem sichtbaren Narbenbereich nach Myokardinfarkt. Mittels «Delayed Enhancement» in der Magnetresonanztomographie (MRI) oder bei vorhandener Wandverdünnung in der Computertomographie (MDCT) kann dies während der Voruntersuchung dargestellt werden. Daraus ergibt sich ein genaues und zuverlässigeres Bild bezüglich Grösse und die Lokalisation der Narbe und somit kann dem einzelnen Patienten geholfen werden. Ein zusätzlicher Vorteil der vorgängigen Bildgebung ist die Verbesserung der Sicherheit der KT-Ablation durch Visualisierung der detaillierten Darstellung der Anatomie des Herzens, des Koronararteriensystems und des Zwerchfellnervs (9).

#### Mittels tieferer Spannung

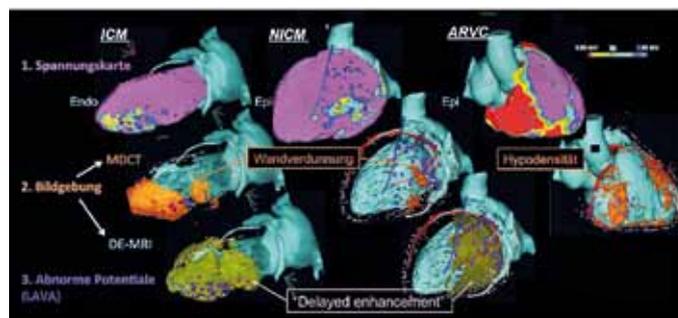
Wegen dem Verlust des myokardialen Gewebes (durch Fett, Fibrose nach einer Nekrose und Wandverdünnung) trifft man auf eine tiefere Spannung in der Narbe. Mit einem speziellen Mappingkatheter kann eine tiefe Spannungskarte gemacht werden, um die ganze Narbe und die Kanäle darzustellen (10).

#### Mittels abnormer Potentiale

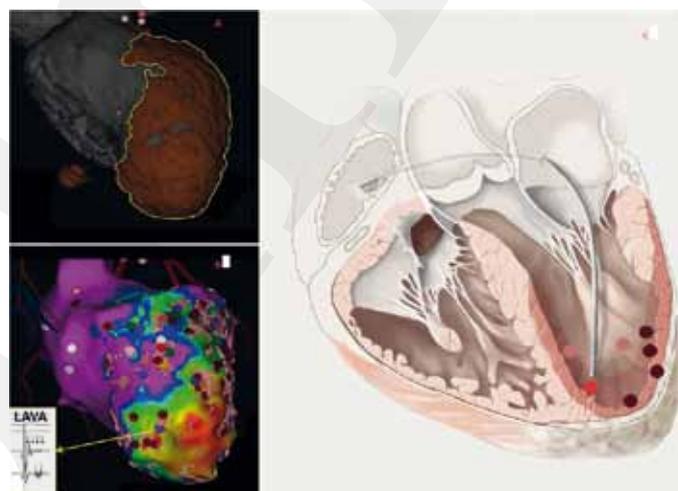
Bei jedem Herzinfarkt sterben die Herzmuskelzellen im Versorgungsgebiet der entsprechenden Koronararterie ab. Eine tote Herzmuskelzelle kann keine Rhythmusstörungen hervorrufen, ebenso wenig eine daraufhin nachgebildete Bindegewebszelle. Hingegen gibt es in jeder Narbe Inseln von überlebenden Herzmuskelzellen, welche eine verzögerte Reizleitungszeit und Refraktärzeit haben. Diese Abnormen Potentiale heissen «Local Abnormal Ventricular Activity» oder LAVA (8). In den Jahren nach dem Herzinfarkt verbinden sich diese Herzmuskelzellen mit benachbarten Zellen zu eigentlichen Leitungsbahnen, da sie eine grosse Regenerationsfähigkeit aufweisen.

### Der KT Ablation-Eingriff

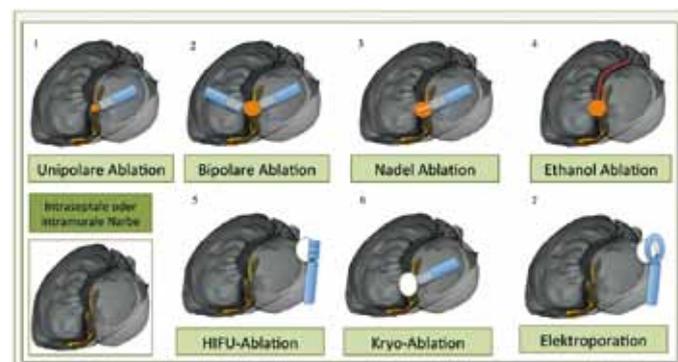
Eine detaillierte Spannungskarte wird mit einem passenden multipolaren Katheter hergestellt. Anschliessend erfolgt zur Visualisierung eine Zusammenführung zwischen dem Niederspannungsbereich der Voltage-Map (Spannungskarte) mit dem Katheter und dem individuell erstellten 3D-Herzmodell (mittels MUSIC-Software von der Universität von Bordeaux). Die Zusammenführung ist visualisiert in Abb.2. Der nächste Schritt ist die Ablation im Sinusrhythmus oder die Induktion der KT. Wenn die KT gut verträglich und induzierbar ist, folgt erstens eine Ablation während der KT, danach eine weitere Ablation in Sinusrhythmus. Durch Eliminierung der gesamten Narbenregion inkl. aller abnormer LAVA Potentiale. Diese neue Technik zeigt bessere Erfolgsraten, bis zu 70% und ist bezüglich Komplikationen relativ sicher (11). Der Eingriff dauert insgesamt ca. 4 Stunden, anschliessend beobachten wir eine schnelle Erholungszeit des Patienten, ähnlich der Pulmonalvenisolation und anderen EP-Techniken.



**Abb. 1: Narbendarstellung.** Drei Methoden der Narbendarstellung nach Krankheit (ischämische Kardiomyopathie (ICM), nicht-ischämische Kardiomyopathie (NICM) und arrhythmogene RV-Kardiomyopathie (ARVC)) von 3 verschiedenen Patienten. Vertikal sind es ähnliche Patienten. Die 1. Linie zeigt die Spannungskarten, die 2. Linie die Bildgebung mit MDCT und die 3. Linie die Bildgebung mit DE-MRI. Die abnormen LAVA-Potentiale sind auf jedem Bild mit purpurnen Punkten angedeutet. Bei ICM und ARVC ist jede Methode hilfreich und es besteht eine klare Korrelation zwischen den 3 Methoden. Bei NICM sind nur die Darstellung der LAVA-Signale und «Delayed Enhancement» auf DE-MRI hilfreich, um die Narbe darzustellen.



**Abb 2: Der KT-Ablation-Eingriff.** Übernommen aus Mittelpunkt 3.2016 Dr. med B. Berte. **A.** RAO Sicht: Fusioniertes MDCT- und MRI-Bild einer anteroseptalen Narbe. Die Narbe ist in Braun dargestellt wie bei «Delayed Enhancement». **B.** RAO Sicht: Spannungskarte, mit dem Pentaray gemappt. Normale Spannung (>1.5mV Bipolar) in Purpur, Blau und Grün als Borderzone (0.5–1.5mV Bipolar) und dichte Narbe in Rot (<0.5mV Bipolar). Die purpurnen Punkte sind abnorme LAVA-Punkte. **C.** 3D-Visualisierung eines transseptalen Zugangs mit dem Ablationskatheter ins Narbe nareal. Die roten Punkte sind Ablationspunkte.



**Abb. 3: Neue Ablationsmethoden für tiefere und transmurale Läsionen.** Neue Ablationstechniken einer intramuralen oder septalen Narbe ohne Wandverdünnung.

## Fortschritte in der KT-Ablation

In den letzten Jahren, mit dem Aufkommen neuer Strategien und Techniken, wurde die KT-Ablation durch verbesserte Sicherheit und Effizienz erweitert. Der Ausbau der Technik im Sinusrhythmus zu abladieren hat dazu beigetragen, eine breitere Patientenzahl erfolgreich zu behandeln. Mit der Ausdehnung der Herzinsuffizienzpopulation, (frühe Revaskularisation mittels PTCA und erhöhter Anzahl von ICD-Implantationen) wird die Nachfrage nach KT Ablation ebenfalls zunehmen. Die Erfolgsraten von ICM und ARVC KT Ablationen sind besser als die von NICM. Neue Techniken sind die Nadel-Ablation, bipolare Ablation und intrakoronare Alkoholinjektion. Elektroporation, mit hoher Intensität fokussier-

ter Ultraschall (HIFU) und Kryo-Ablation sind weitere potentielle neue Energie-Möglichkeiten, um tiefere intramyokardiale und transmurale Läsionen zu machen für nicht-ischämische und septale KT ohne Wandverdünnung (Abb. 3).

### Dr. med. Benjamin Berte, PhD

HerzGefässZentrum Zürich  
Seestrasse 247, 8038 Zürich  
benjamin.berte@hirslanden.ch

**+** **Interessenskonflikt:** Der Autor hat keine Interessenskonflikte im Zusammenhang mit diesem Beitrag deklariert.

### Take-Home Message

- ◆ Die KT Ablation hat in den letzten Jahrzehnten viele Fortschritte gemacht
- ◆ Sie ist jetzt eine erfolgreiche und sichere Technik in der Behandlung der KT als Begleittherapie des ICD
- ◆ In Zukunft sollte es vielleicht möglich sein, eine KT Ablation ohne ICD Implantation in Patienten mit erhaltener LV Funktion durchzuführen

### Messages à retenir

- ◆ L'ablation de la tachycardie ventriculaire a fait beaucoup de progrès au cours des dernières décennies
- ◆ Elle est maintenant une technique efficace et sûre dans le traitement de la tachycardie ventriculaire comme traitement adjuvant de l'ICD
- ◆ Peut-être sera-t-il possible de procéder, à l'avenir, à une ablation de la tachycardie ventriculaire sans implantation d'un ICD chez les patients ayant une fonction ventriculaire gauche préservée

### Literatur:

1. Priori SG, Blomstrom-Lundqvist C, Mazzanti A, Blom N, Borggrefe M, Camm J, et al. 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: The Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC). *European heart journal*. 2015;36(41):2793-867.
2. Poole JE, Johnson GW, Hellkamp AS, Anderson J, Callans DJ, Raitt MH, et al. Prognostic importance of defibrillator shocks in patients with heart failure. *N Engl J Med*. 2008;359(10):1009-17.
3. Sweeney MO, Sherfese L, DeGroot PJ, Wathen MS, Wilkoff BL. Differences in effects of electrical therapy type for ventricular arrhythmias on mortality in implantable cardioverter-defibrillator patients. *Heart rhythm : the official journal of the Heart Rhythm Society*. 2010;7(3):353-60.
4. Connolly SJ, Hallstrom AP, Cappato R, Schron EB, Kuck KH, Zipes DP, et al. Meta-analysis of the implantable cardioverter defibrillator secondary prevention trials. AVID, CASH and CIDS studies. *Antiarrhythmics vs Implantable Defibrillator study. Cardiac Arrest Study Hamburg . Canadian Implantable Defibrillator Study. European heart journal*. 2000;21(24):2071-8.
5. Domanski MJ, Sakseena S, Epstein AE, Hallstrom AP, Brodsky MA, Kim S, et al. Relative effectiveness of the implantable cardioverter-defibrillator and antiarrhythmic drugs in patients with varying degrees of left ventricular dysfunction who have survived malignant ventricular arrhythmias. *AVID Investigators. Antiarrhythmics Versus Implantable Defibrillators. Journal of the American College of Cardiology*. 1999;34(4):1090-5.
6. Kober L, Thune JJ, Nielsen JC, Haarbø J, Videbaek L, Korup E, et al. Defibrillator Implantation in Patients with Nonischemic Systolic Heart Failure. *N Engl J Med*. 2016;375(13):1221-30.
7. Di Biase L, Burkhardt JD, Lakkireddy D, Carbucicchio C, Mohanty S, Mohanty P, et al. Ablation of Stable VTs Versus Substrate Ablation in Ischemic Cardiomyopathy: The VISTA Randomized Multicenter Trial. *Journal of the American College of Cardiology*. 2015;66(25):2872-82.
8. Jais P, Maury P, Khairy P, Sacher F, Nault I, Komatsu Y, et al. Elimination of local abnormal ventricular activities: a new end point for substrate modification in patients with scar-related ventricular tachycardia. *Circulation*. 2012;125(18):2184-96.
9. Cochet H, Komatsu Y, Sacher F, Jadidi AS, Scherr D, Riffaud M, et al. Integration of merged delayed-enhanced magnetic resonance imaging and multidetector computed tomography for the guidance of ventricular tachycardia ablation: a pilot study. *Journal of cardiovascular electrophysiology*. 2013;24(4):419-26.
10. Berte B, Relan J, Sacher F, Pillois X, Appetiti A, Yamashita S, et al. Impact of electrode type on mapping of scar-related VT. *Journal of cardiovascular electrophysiology*. 2015.
11. Tung R, Vaseghi M, Frankel DS, Vergara P, Di Biase L, Nagashima K, et al. Freedom from recurrent ventricular tachycardia after catheter ablation is associated with improved survival in patients with structural heart disease: An International VT Ablation Center Collaborative Group study. *Heart rhythm: the official journal of the Heart Rhythm Society*. 2015;12(9):1997-2007.