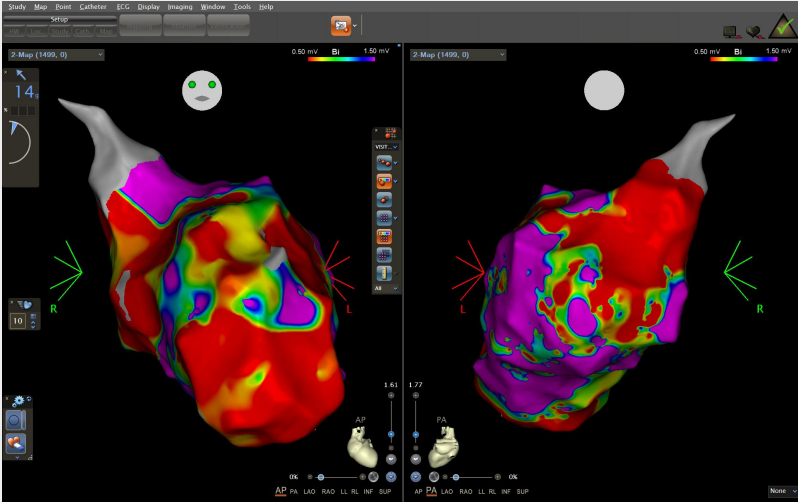




VT olan hastada substratın haritalanması: Voltaj ve Geç potansiyel haritalamaları



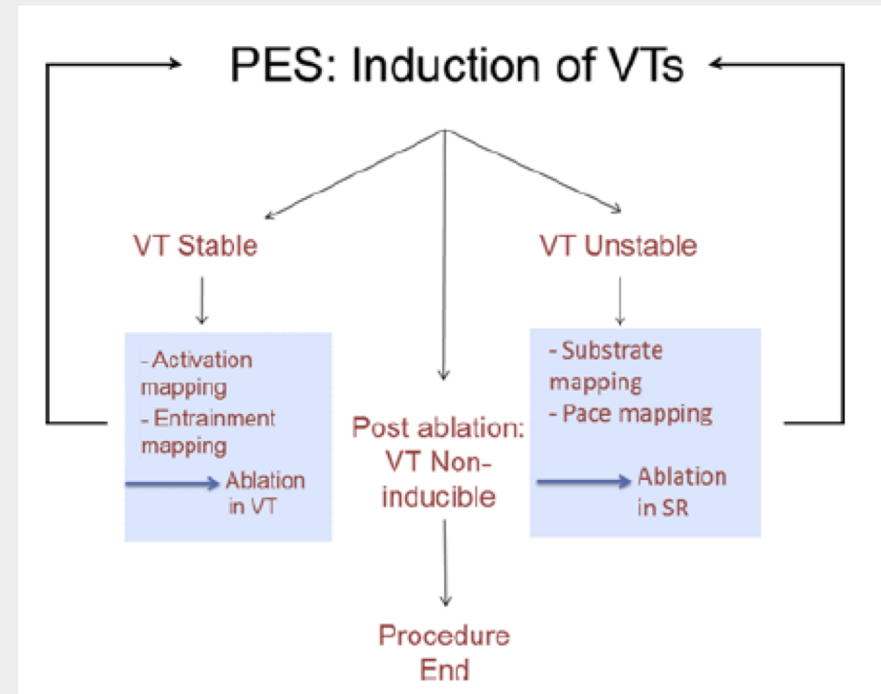
Dr. Yengi Umut Çelikyurt
Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi
Aritmi, Elektrofizyoloji, Kalp Pili
Araştırma ve Uygulama Merkezi

Ventriküler taşikardi

	İdiopatik VT	Yapısal kalp hastalığı VT
Kalp hastalığı	Yok	var
Substrat	Skar yok	Skar
Mekanizma	Fokal >%90 Reentrant <%10	Reentrant >%90 Fokal <%10
Anatomik bölge	RVOT LVOT Sol fasiküller Papiller kaslar	Endokardiyal ve/veya Epikardiyal LV ve/veya RV

➤ Günümüzde VT ablasyonunda kabul gören tedavi şekilleri

- VT esnasında ablasyon
- Substrat bazlı ablasyon



VT esnasında haritalamada zorluklar

➤ Programlı uyarılarla

- VT nin indüklenememesi
- non-klinik VT nin başlaması
- indüklenen VT nin kısa süreli olması
- indüklenen VT nin yeniden başlatılabilmesi
- indüklenen VT sayısı
- indüklenen VT ye kötü klinik tolerans



Substrat haritalaması → SR esnasında VT ablasyonu

2019 HRS/EHRA/APHRS/LAHRS expert consensus statement on catheter ablation of ventricular arrhythmias

8.5. Sinus Rhythm Substrate Mapping

8.5.1. Substrate Mapping in Sinus Rhythm

Recommendations for substrate mapping in sinus rhythm

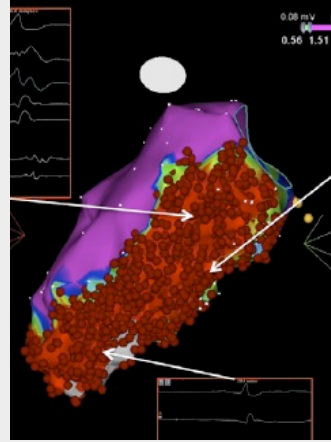
COR	LOE	Recommendations	References
I	B-NR	1. In patients with scar-related VT, substrate-guided ablation is useful for prevention of arrhythmia recurrences.	S8.5.2.1–S8.5.2.11
IIa	B-NR	2. High-density multielectrode mapping to obtain a more comprehensive characterization of the arrhythmogenic tissue during catheter ablation of scar-related VT can be useful.	S8.5.2.12–S8.5.2.14
IIa	B-NR	3. In patients with no or minimal endocardial bipolar electrogram abnormalities, reduced unipolar voltage can be useful for detection of epicardial or intramural scar.	S8.5.2.15–S8.5.2.19

Skar ilişkili VT hastalarına, substrat bazlı ablasyon aritmi tekrarlarını önlemek amacıyla yararlıdır.

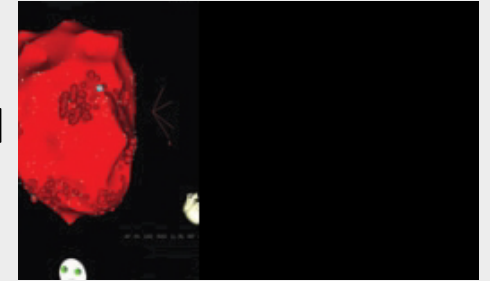
Substrat bazlı VT ablasyonu

- Skar homojenizasyonu

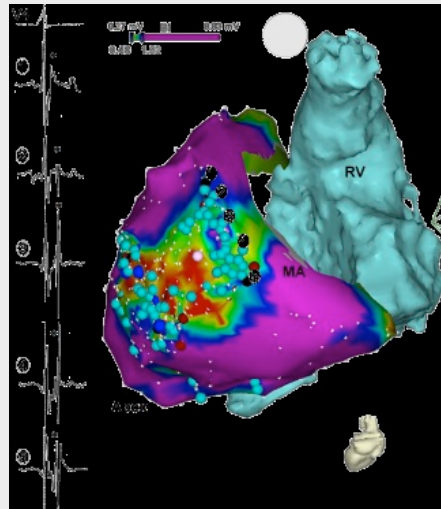
- LAVA ablasyonu



- Geç potansiyellerin ortadan kaldırılması



- Skar dechanneling



DiBiase L. *JACC* 2012

Jais P. *Circulation* 2012

Vergara P. *JCE* 2012

Berruezo A. *Circulation AE* 2015

Tüm substrat haritalamalarında kullanılan stratejiler

➤ Substrat haritalaması

Voltaj haritalaması - skar bölgelerinin belirlenmesi

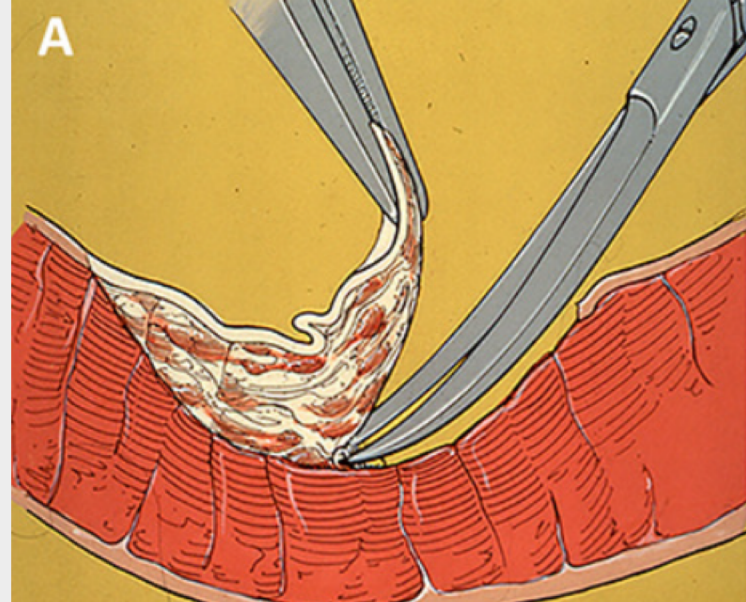
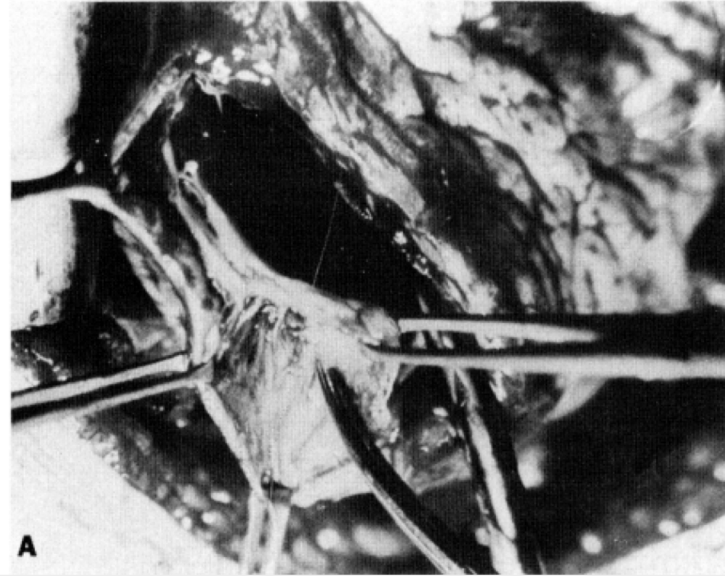
➤ Özellikli elektrogramların haritalanması

Lokal anormal ventriküler aktivasyon (LAVA)

Geç potansiyeller

Substrat haritalaması

- Bu görüş, spesifik elektrogramların VT`nin aritmojenik substratını oluşturduğunu gösteren cerrahi ve perkütan haritalamadaki 30 yıllık verilere dayanmaktadır.



Josephson ME, et al. J Am Coll Cardiol EP 2015;1:341–52.

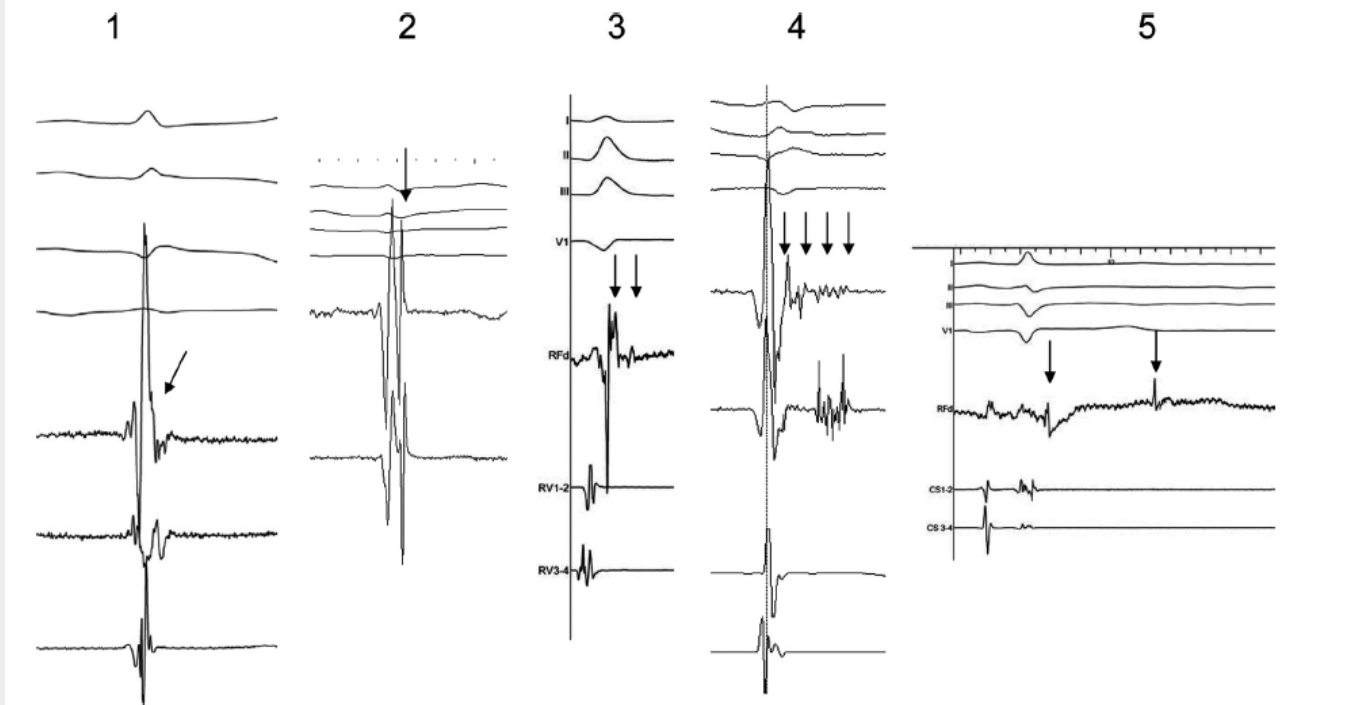
Lawrie GM. Methodist DeBakey Cardiovasc J. 2021; 17(1): 36–42.

Substrat haritalaması

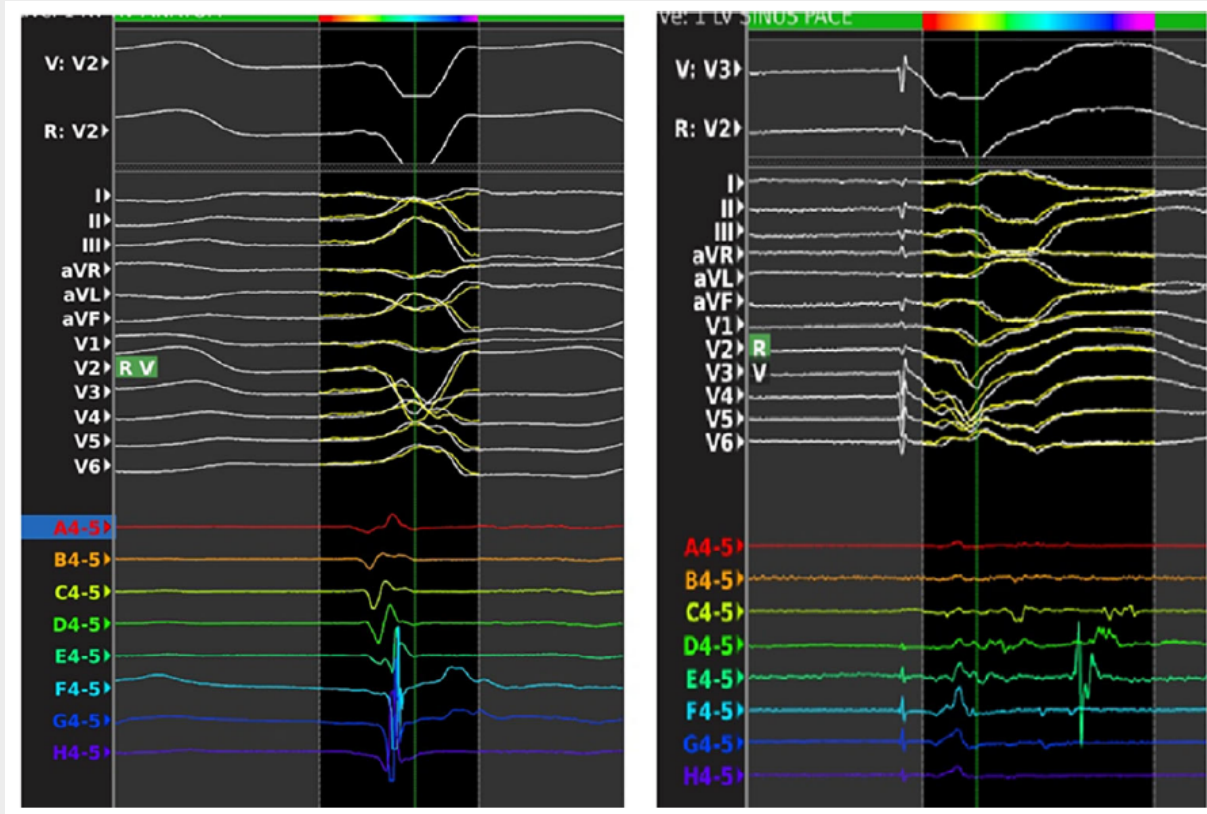
➤ Aritmojenik VT substratının sinüs ritmindeki elektrogram karakteristikleri:

- düşük-voltaj
- fraksiyone, uzun süre, split sinyal
- izole geç potansiyeller

LAVA (Lokal anormal ventriküler aktivasyon) sinyalleri



- 1 farfield ventriküler sinyal ile birleşmiş
- 2 farfield ventriküler sinyalden hemen sonra
- 3 çift bileşenli olarak farfield ventrikül sinyalinden sonra
- 4 izoelektrik hat olmadan çok parçalı sinyaller
- 5 çift bileşenli



Geç potansiyelleri ortaya çıkarmak için pacing manevraları gerekebilir.

Normal ve anormal EGMlerin ayrılması için referans değerler

- CartoTM ve NavistarTM kateter
- 6 hasta , yapısal kalp hastalığı yok
- 71-168 arası endokardiyel bölge/ventrikül
- %95 tüm LV bipolar elektrogram > 1.55 mV

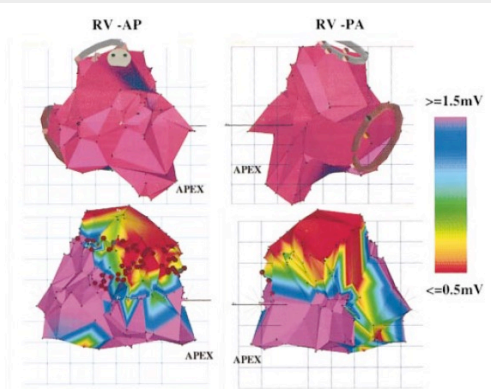


Figure 1. Voltage maps of RV in anterior (AP) and posterior (PA) views. Color range for bipolar electrogram maps is identical for all subsequent figures. Purple represents normal endocardium (amplitude ≥ 1.5 mV); red, dense scar (amplitude ≤ 0.5 mV); and range between purple and red, border zone (signal amplitudes between 0.5 and 1.5 mV). Top, RV map from patient without heart disease is represented almost entirely by color purple. Bottom, RV map from patient with VT and RV cardiomyopathy with abnormal endocardium over superior RV free wall and septum. Linear ablation lesions, identified by contiguous dark circles, extend from dense scar to normal endocardium. APEX indicates location of RV apex.

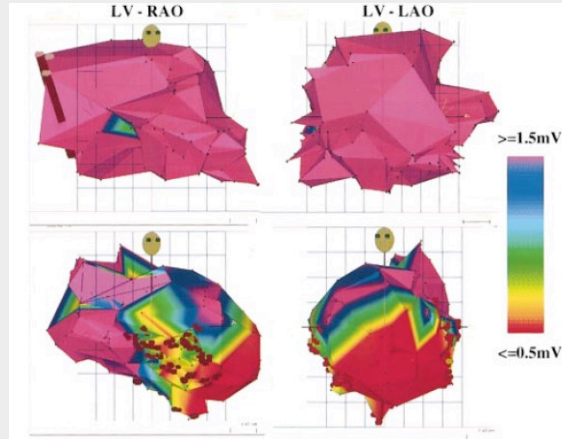


Figure 2. Voltage maps of LV in right and left anterior oblique (RAO and LAO) views. Color range is as described in Figure 1. Top, LV map from patient without heart disease is represented by color purple. Bottom, LV map from patient with VT and coronary disease shows apical dense scar, as indicated by color red, and border zone that extends over septum and anterior LV. Linear ablation lesions, identified by contiguous dark circles, extend across border zone.

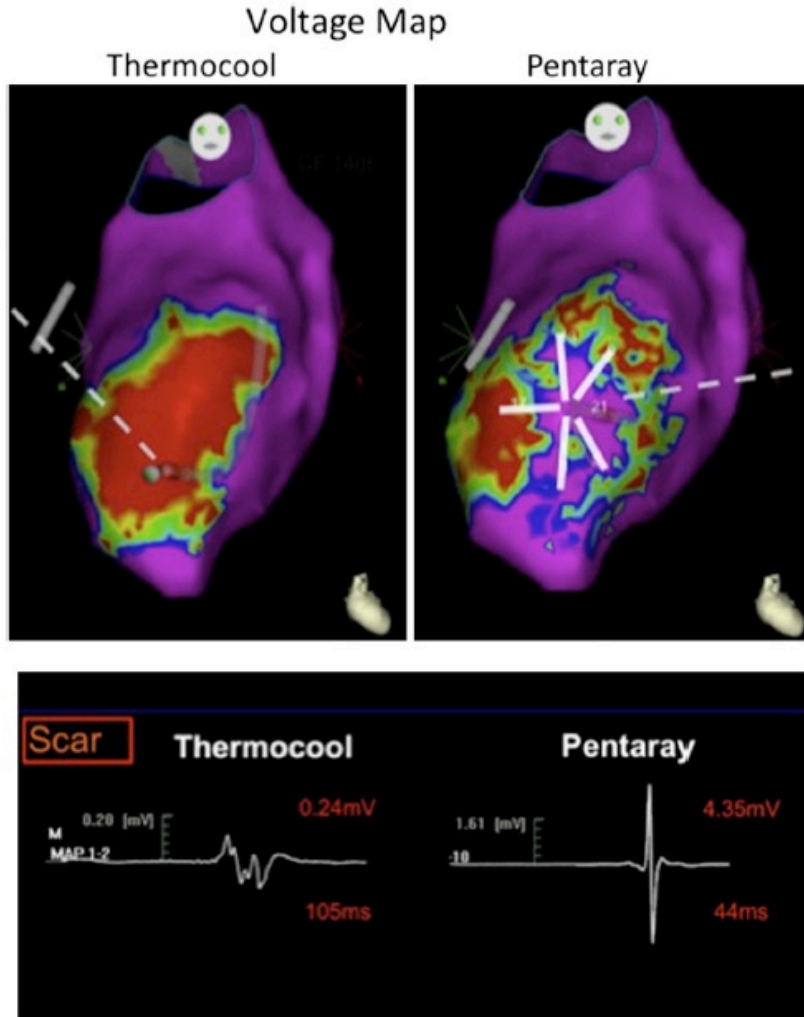


>1.5 mV normal
1.0-1.5 mV sınır bölgesi
<0.5 mV yoğun skar

Bipolar elektrogram büyüklüğünü ve şeklini etkileyen faktörler

- Elektrod altındaki sağlıklı doku
- Elektrod büyüklüğü
- Elektrodlar arası mesafe
- Contact force ve açısı
- Araya giren hücreler: skar, yağ, inflamasyon, ödem

FIGURE 2 The Effect of Electrode Size and Interelectrode Spacing on Electrograms

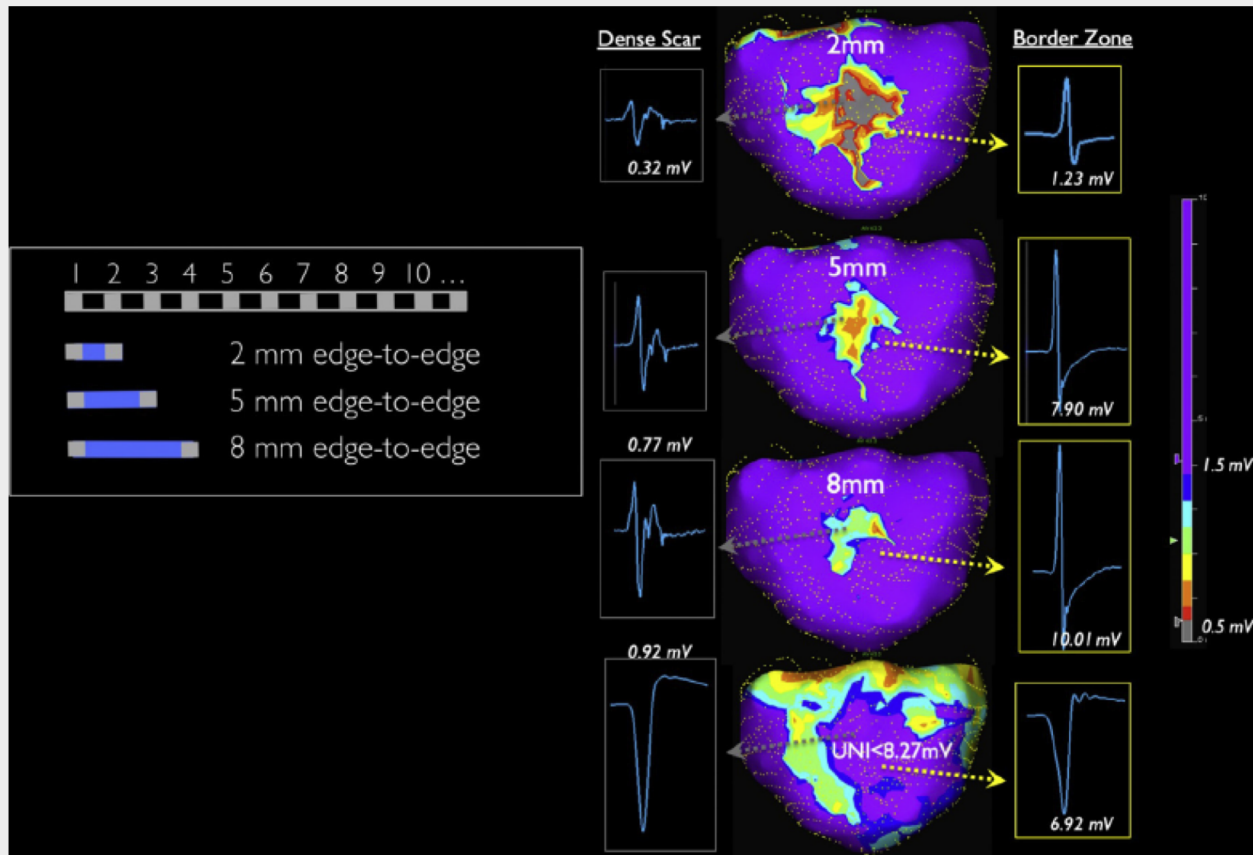


A voltage map with Thermocool (**top left panel**; 3.5 mm tip and 1 mm ring) and Pentaray (**top right panel**; each electrode 0.8 mm²) are shown. The red area is <0.5 mV. The bipolar signal recorded in the red area was 0.24 mV (**top left panel**) and was broad and fragmented. Recordings from the same site with a Pentaray show normal bipolar amplitude and width (**bottom panel**).

Standart 3.5-4 mm elektrod düşük çözünürlük

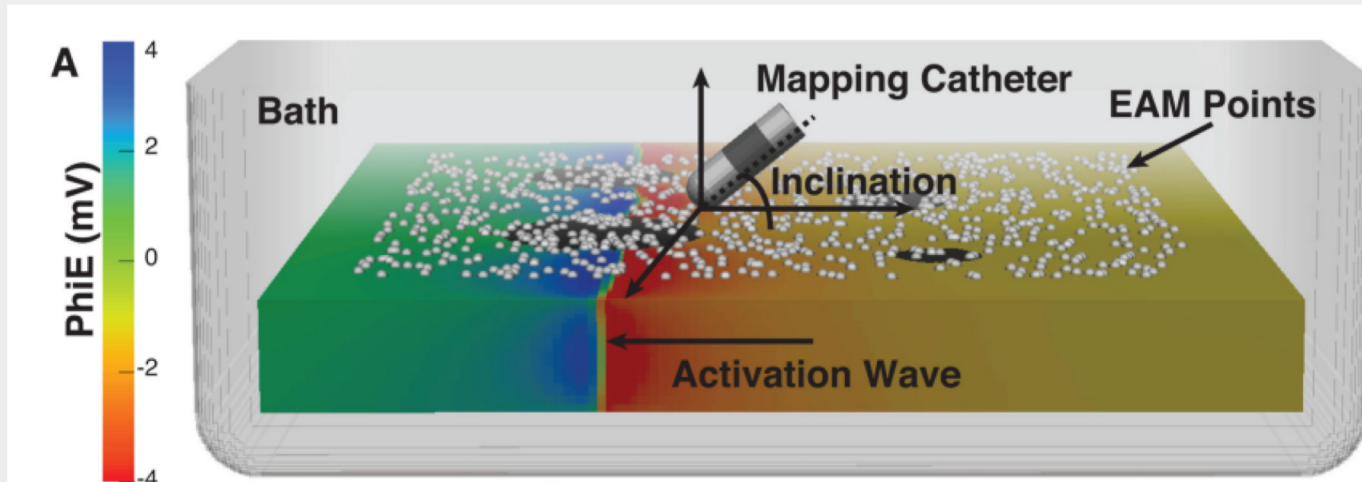
Küçük elektrodlu kateterler (0.4-1.0 mm) yüksek voltajlı sinyalleri saptamaktadır

Elektrodlar arası mesafe azalması haritanın çözünürlüğünü arttırmaktadır



Multielektrod kateterde elektrodlar arasındaki mesafenin artması ile skar alanında azalma

Kateter oryantasyonunun substrat haritalama üzerine etkisi



Kateterin $>30^\circ$ fazla bir açıyla teması substrat haritasının doğruluğunu arttırmaktadır.

- non-homojen skar dokusunun içinde canlı miyokard hücrelerini içeren yüksek voltajlı alanlar



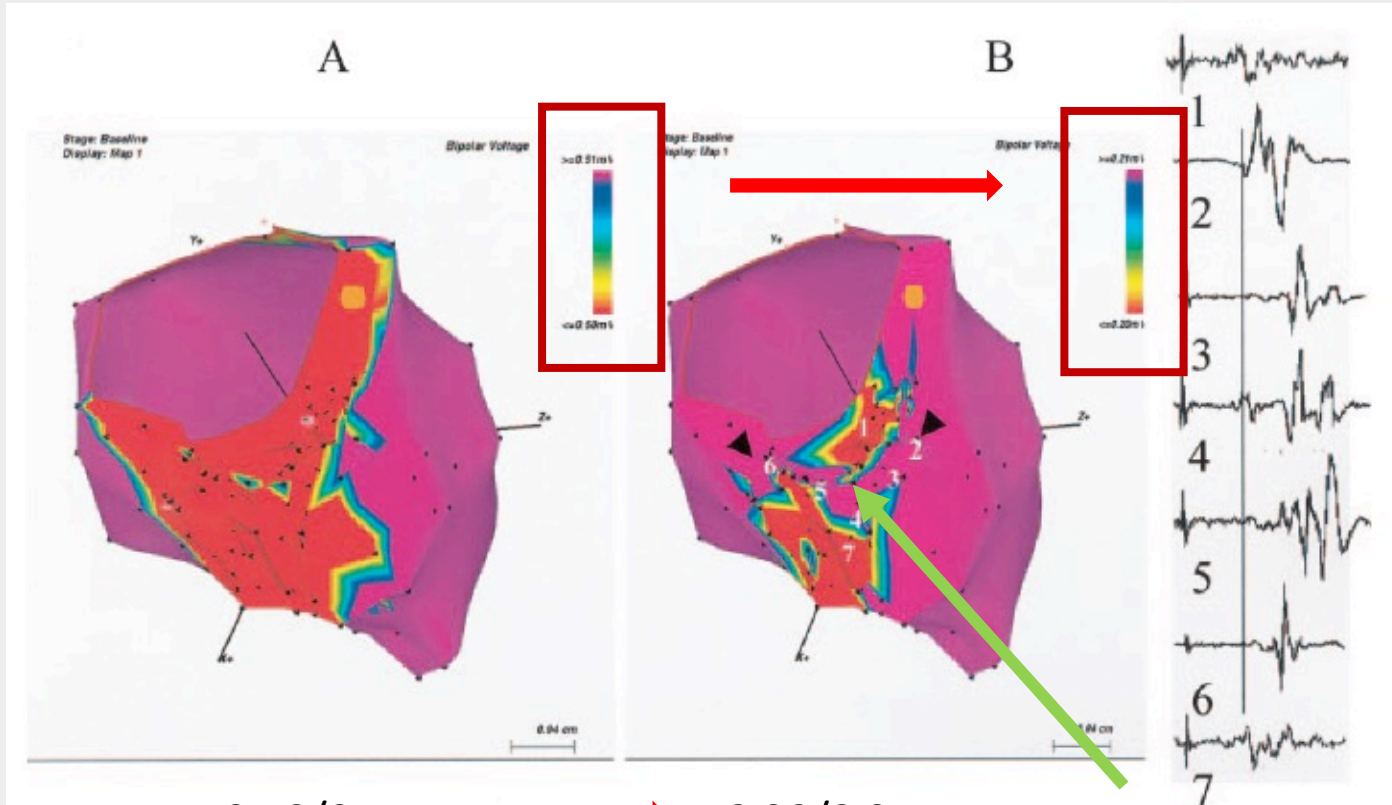
İleti kanalları

- Bu kanalların tespitinin VT ablasyonunu kolaylaştırabileceği düşünülmüştür

Tachycardia-Related Channel in the Scar Tissue in Patients With Sustained Monomorphic Ventricular Tachycardias

Influence of the Voltage Scar Definition

Angel Arenal, MD; Silvia del Castillo, MD; Esteban Gonzalez-Torrecilla, MD; Felipe Aienza, MD; Mercedes Ortiz, PhD; Javier Jimenez, MD; Alberto Puchol, MD; Javier García, MD; Jesús Almendral, MD



0,50/0,51mV \longrightarrow 0,20/0,21mV

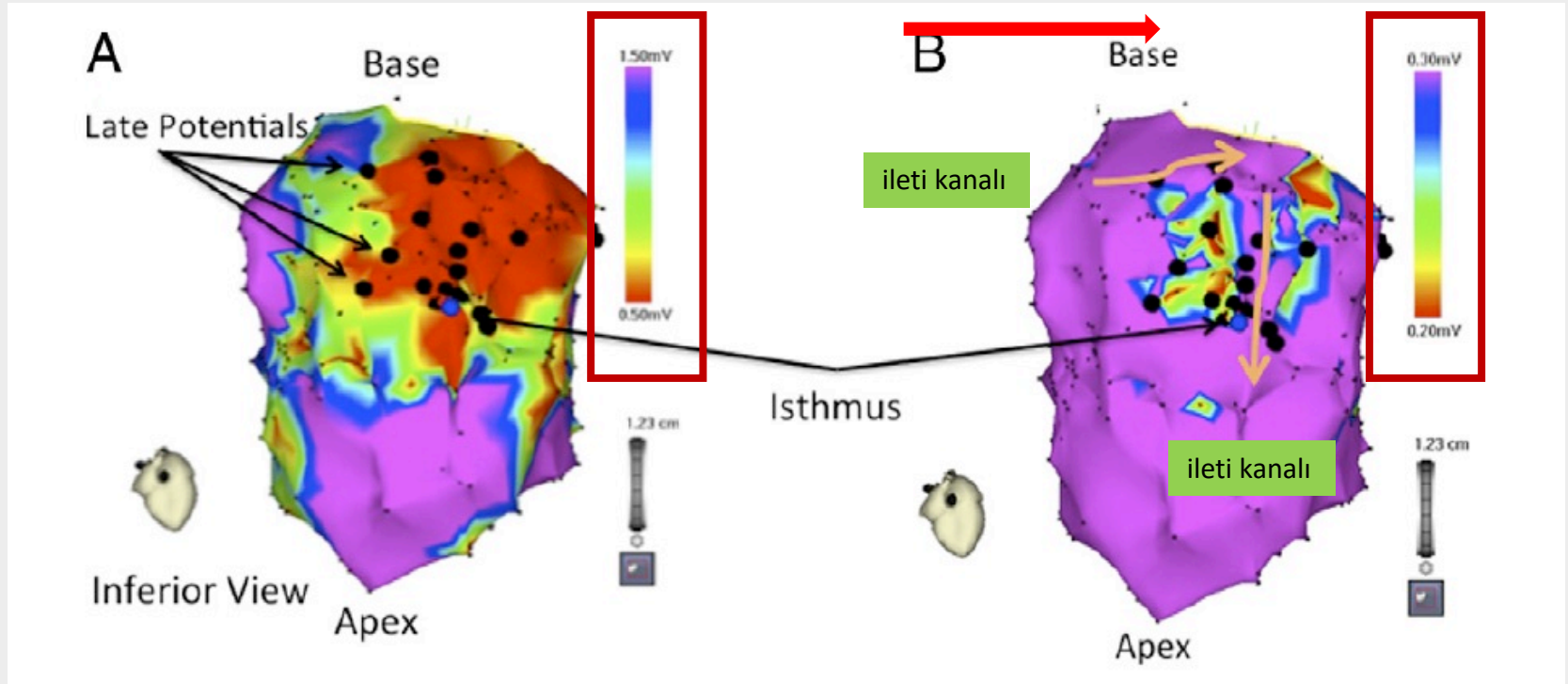
Potansiyel ileti kanalı

Voltaj kriterinin dens skar için $<0.2\text{mV}$ ayarlanması

Skar voltaj ayarlamasının ileti kanallarını saptama üzerine etkisi

İleti kanallarını ortaya çıkartmak için voltaj eşik ayarlaması

voltaj limitleri düşürülmüş



Voltaj haritalamada kanallar ile kritik istmus lokasyonu arasındaki ilişki

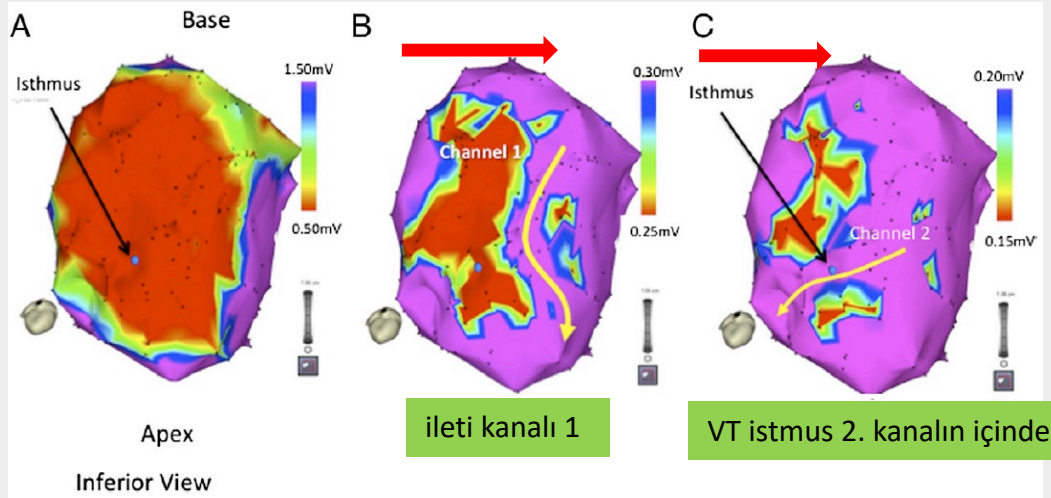
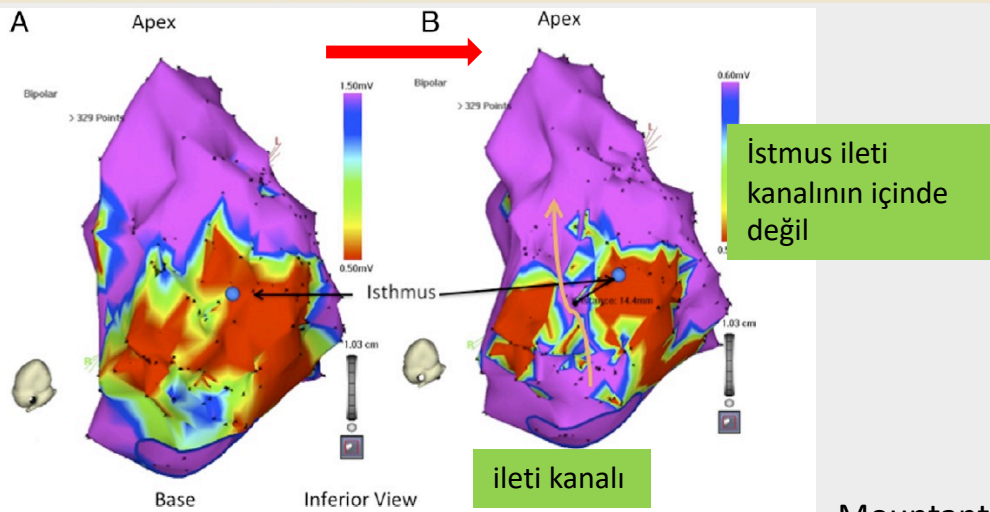


Figure 1 Inferior Infarct With VT Isthmus in Second Channel



VT Isthmus Not Associated With Channel

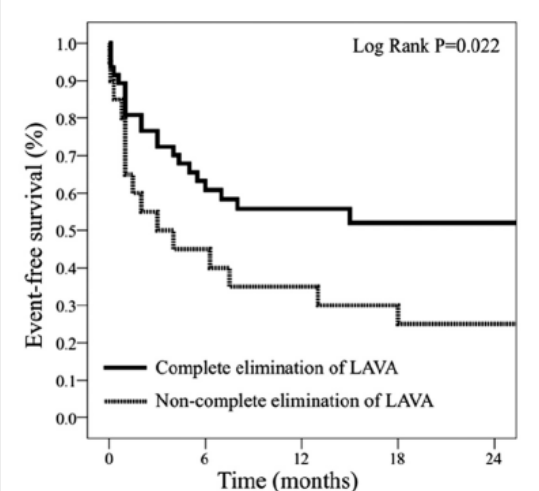
Post-infarkt stabil VTsi olan 24 hasta
Yüksek dens LV haritalama
(398±152)

Voltaj skalasında ayarlama ile
hastaların %88inde VT kanalı
mevcut

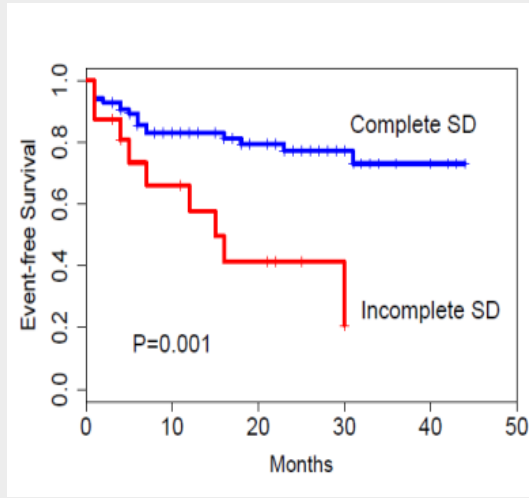
Bu kanalların VT istmusunun yerini
belirlemede spesifitesi %30

Substratların ortadan kaldırılmasının klinik önemi?

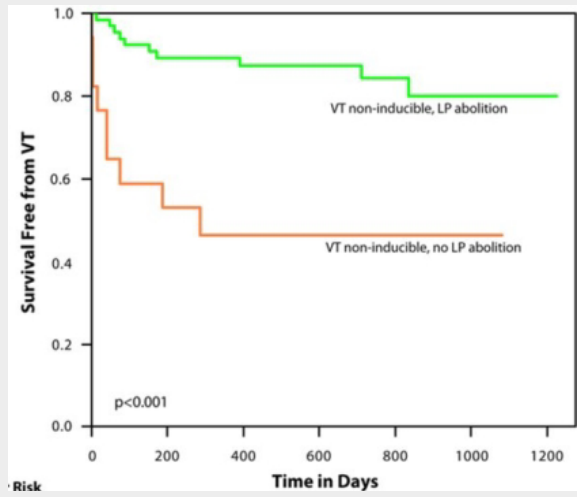
LAVA ablasyonu



Scar dechanneling



Geç potansiyellerin ortadan kaldırılması



Jais P. *Circulation* 2012
Silbebauer J. *Circulation AE* 2014
Berruezo A. *Circulation AE* 2015

Sinüs ritminde geç potansiyeller, hemodinamik tolere edilen VT devresinin istmusu ile ilişkili bulunmuştur.

Table 3 Relationships of LPs and the tachycardia circuit

	Entrance (n=3)	Isthmus (n=13)	Exit (n=17)	Outer loop (n=1)
Number of sampled sites	7	52	70	4
Endocardial sites in VT circuits with LP+	2/3	12/13**	5/17	0/1
Percent sampled sites with LP+	57.1%	88.5%**	20.0%	0%
QRS-LP (ms)	218±27*	194±40*	131±29	N/A

* $p < 0.05$ exit vs isthmus and entrance; ** $p < 0.05$ isthmus vs entrance and exit

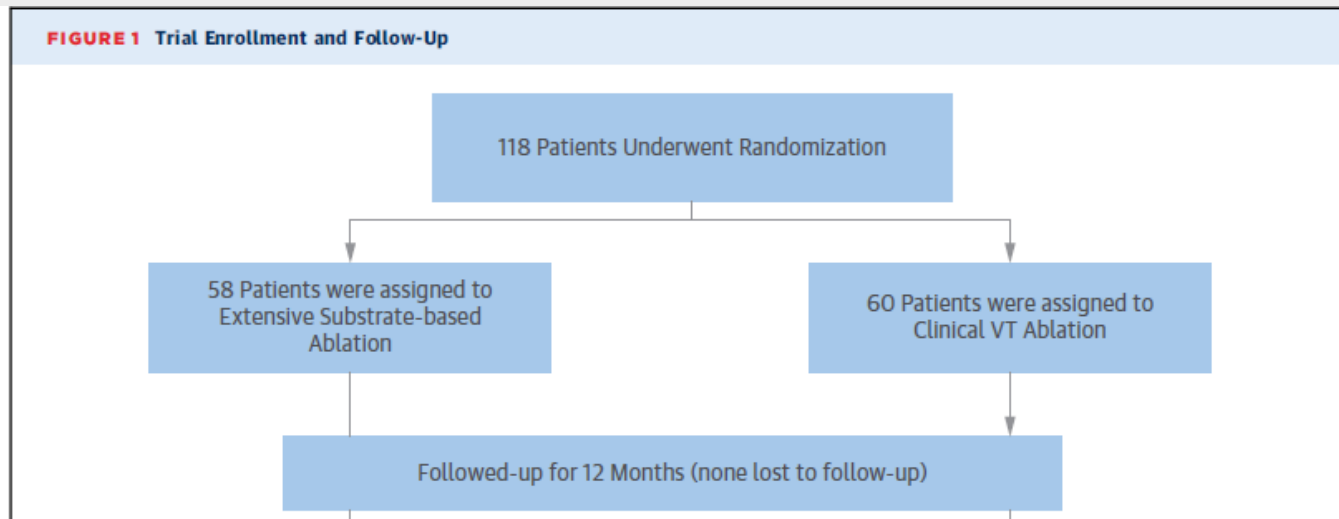
Ablation of Stable VTs Versus Substrate Ablation in Ischemic Cardiomyopathy



The VISTA Randomized Multicenter Trial

Luigi Di Biase, MD, PhD,*†‡§ J. David Burkhardt, MD,* Dhanujaya Lakkireddy, MD,|| Corrado Carbucicchio, MD,¶ Sanghamitra Mohanty, MD,* Prasant Mohanty, MBBS, MPH,* Chintan Trivedi, MD, MBBS,* Pasquale Santangeli, MD,§# Rong Bai, MD,** Giovanni Forleo, MD,†† Rodney Horton, MD,* Shane Bailey, MD,* Javier Sanchez, MD,* Amin Al-Ahmad, MD,* Patrick Hranitzky, MD,* G. Joseph Gallinghouse, MD,* Gemma Pelargonio, MD,‡‡ Richard H. Hongo, MD,§§ Salwa Beheiry, RN,§§ Steven C. Hao, MD,§§ Madhu Reddy, MD,|| Antonio Rossillo, MD,||| Sakis Themistoclakis, MD,||| Antonio Dello Russo, MD,¶ Michela Casella, MD,¶ Claudio Tondo, MD,¶ Andrea Natale, MD*†§§¶¶#**††

İskemik KMP ve hemodinamik tolere edilebilen VT
Klinik VT ablasyonu vs. Yoğun substrat bazlı ablasyon



Ablation of Stable VTs Versus Substrate Ablation in Ischemic Cardiomyopathy

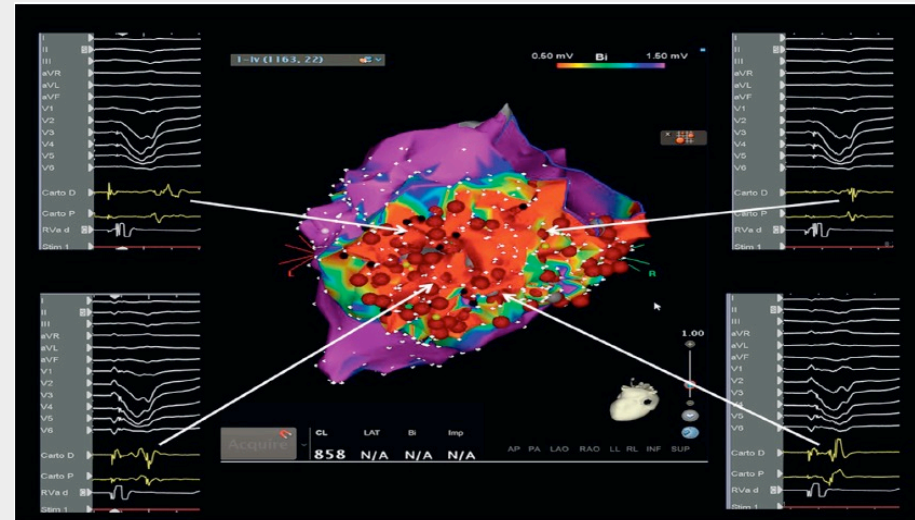
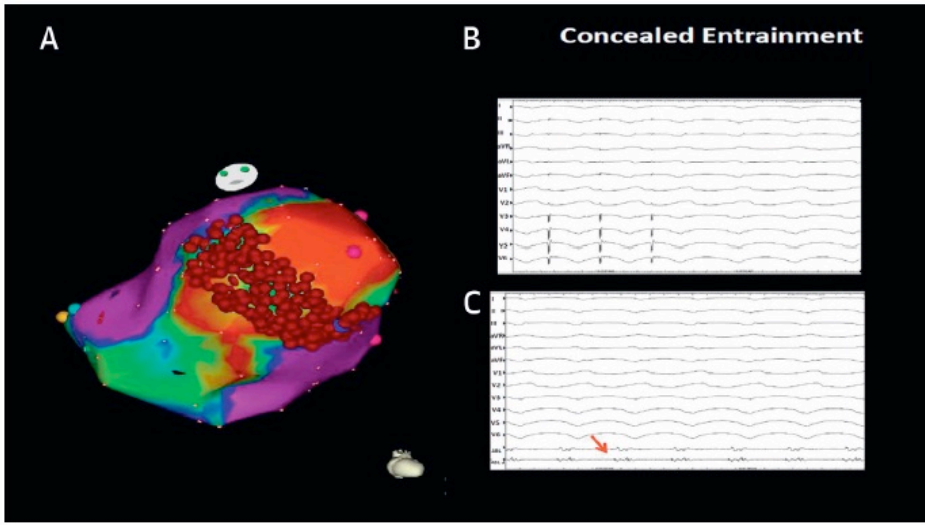
The VISTA Randomized Multicenter Trial



Luigi Di Biase, MD, PhD,*†‡§ J. David Burkhardt, MD,* Dhanujaya Lakkireddy, MD,|| Corrado Carbucicchio, MD,¶ Sanghamitra Mohanty, MD,* Prasant Mohanty, MBBS, MPH,* Chintan Trivedi, MD, MBBS,* Pasquale Santangeli, MD,§# Rong Bai, MD,*** Giovanni Forleo, MD,†† Rodney Horton, MD,* Shane Bailey, MD,* Javier Sanchez, MD,* Amin Al-Ahmad, MD,* Patrick Hranitzky, MD,* G. Joseph Gallinghouse, MD,* Gemma Pelargonio, MD,†† Richard H. Hongo, MD,§§ Salwa Beheiry, RN,§§ Steven C. Hao, MD,§§ Madhu Reddy, MD,|| Antonio Rossillo, MD,||| Sakis Themistoclakis, MD,||| Antonio Dello Russo, MD,¶ Michela Casella, MD,¶ Claudio Tondo, MD,¶ Andrea Natale, MD*†§§¶¶##***††

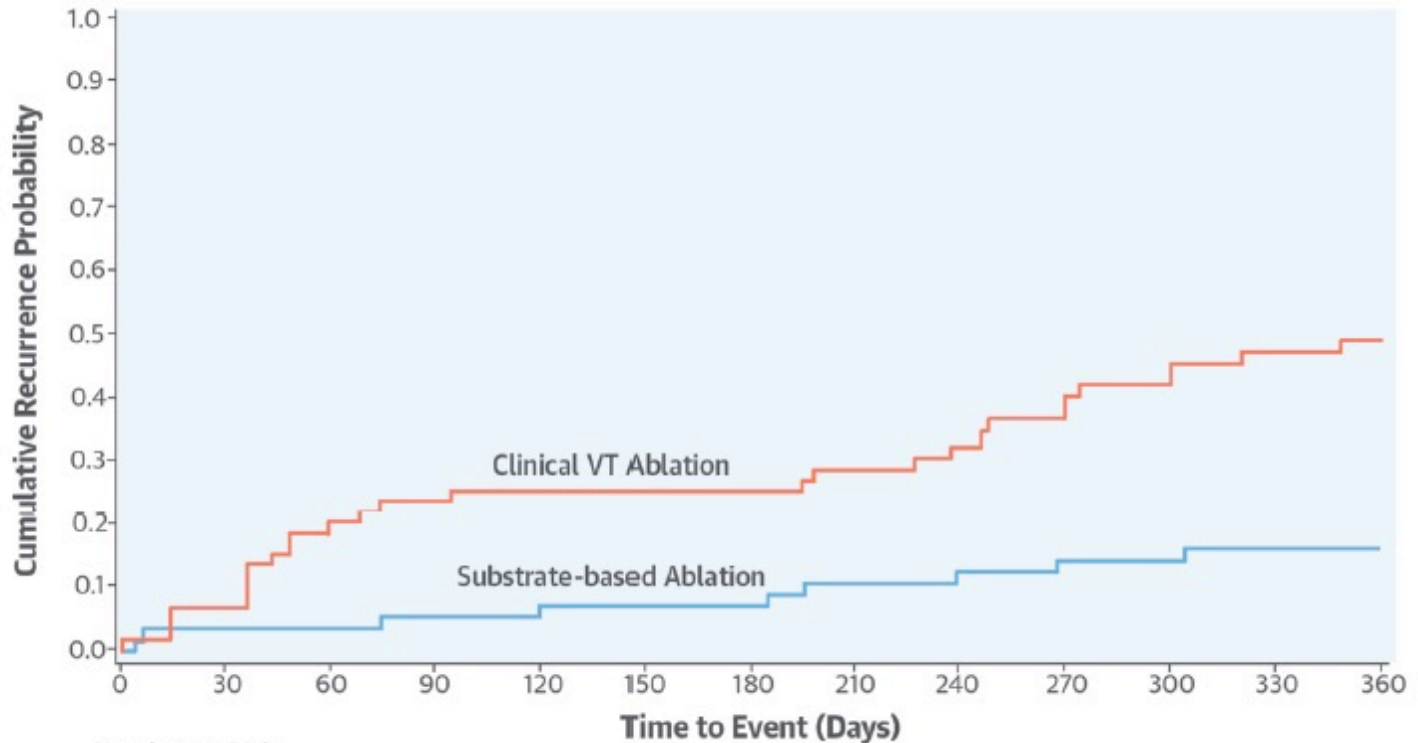
Klinik VT ablasyonu

Yoğun substrat bazlı ablasyon



- Konvansiyonel haritalama teknikleri
- Pace, aktivasyon, entrainment haritalaması

Tüm anormal potansiyellerin haritalanması



Number at Risk

Ablation Strategy	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Substrate-based	58	56	56	55	55	54	54	52	51	50	50	49	49
Clinical Stable VT	60	56	48	46	45	45	45	43	41	38	35	32	31

12 ay sonunda VT rekürrens oranları: substrat ablasyonu %15,5 (9/58) ,
 klinik VT ablasyonu %48.3 (29/60); $p < 0,001$

Ablation of Stable VTs Versus Substrate Ablation in Ischemic Cardiomyopathy



The VISTA Randomized Multicenter Trial

Luigi Di Biase, MD, PhD,*†‡§ J. David Burkhardt, MD,* Dhanujaya Lakkireddy, MD,|| Corrado Carbucicchio, MD,¶ Sanghamitra Mohanty, MD,* Prasant Mohanty, MBBS, MPH,* Chintan Trivedi, MD, MBBS,* Pasquale Santangeli, MD,§# Rong Bai, MD,** Giovanni Forleo, MD,†† Rodney Horton, MD,* Shane Bailey, MD,* Javier Sanchez, MD,* Amin Al-Ahmad, MD,* Patrick Hranitzky, MD,* G. Joseph Gallinhouse, MD,* Gemma Pelargonio, MD,‡‡ Richard H. Hongo, MD,§§ Salwa Beheiry, RN,§§ Steven C. Hao, MD,§§ Madhu Reddy, MD,|| Antonio Rossillo, MD,||| Sakis Themistoclakis, MD,||| Antonio Dello Russo, MD,¶ Michela Casella, MD,¶ Claudio Tondo, MD,¶ Andrea Natale, MD*†§§¶¶#**†††

TABLE 2 Summary of Outcomes by Study Groups

	Substrate-Based Ablation (%)	Clinical Ablation (%)	p Value	HR (95% CI)
VT recurrence rate	15.5 (8.4-27.7)	48.3 (36.6-61.2)	<0.001	0.26 (0.11-0.61)
All-cause mortality rate	8.6 (1.4-14.2)	15.0 (5.9-24.2)	0.21	0.54 (0.17-1.82)
Arrhythmia-related rehospitalization	12.1 (3.8-19.7)	31.7 (22.1-41.6)	0.014	0.31 (0.13-0.78)
Composite: rehospitalization and mortality	20.7 (10.3-30.1)	46.7 (34.0-59.3)	0.003	0.32 (0.17-0.61)
Composite: VT recurrence and mortality	24.1 (13.2-35.1)	63.3 (51.1-75.5)	<0.001	0.20 (0.09-0.43)

The summary table presents the event rates (95% confidence interval), p values from log-rank test, and unadjusted hazard ratio for the outcome measures.
 CI = confidence interval; HR = hazard ratio; VT = ventricular tachycardia.

Noninducibility and Late Potential Abolition

A Novel Combined Prognostic Procedural End Point for Catheter Ablation of Postinfarction Ventricular Tachycardia

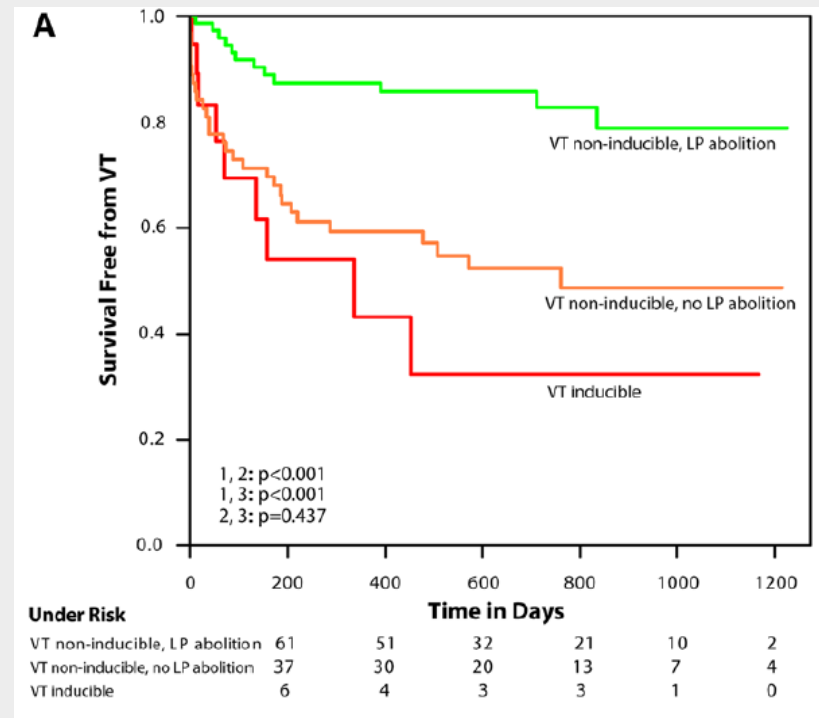
John Silberbauer, MA, MD (Res), MRCP; Teresa Oloriz, MD; Giuseppe Maccabelli, MD; Dimitris Tsiachris, MD, PhD; Francesca Baratto, MD; Pasquale Vergara, MD, PhD; Hiroya Mizuno, MD, PhD; Caterina Bisceglia, MD, PhD; Alessandra Marzi, MD; Nicoleta Sora, MD; Fabrizio Guarracini, MD; Andrea Radinovic, MD; Manuela Cireddu, MD; Simone Sala, MD; Simone Gulletta, MD; Gabriele Paglino, MD; Patrizio Mazzone, MD; Nicola Trevisi, MD; Paolo Della Bella, MD

Post MI hastalarında, ablasyon sonrasında VTnin indüklenememesi ve geç potansiyellerin ortadan kaldırılması

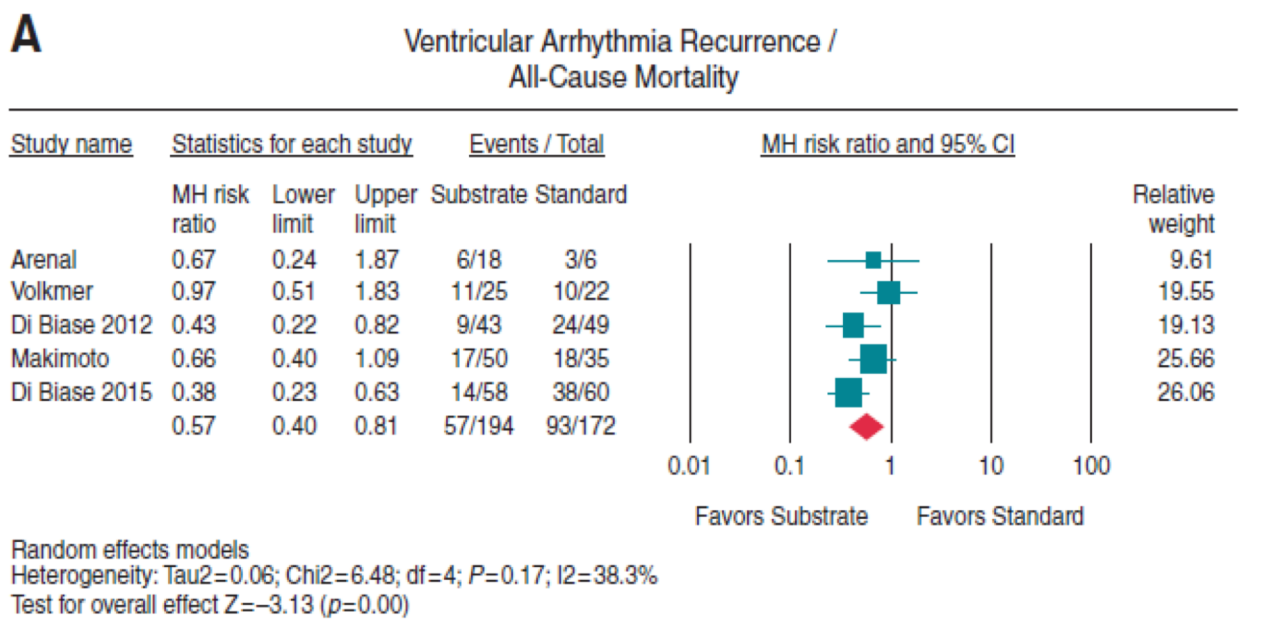
155 hasta (post-MI VT)

103 hastada (%65) LP

LP başarılı ablasyonu
79/103 (%76)



Long-term outcomes of different ablation strategies for ventricular tachycardia in patients with structural heart disease: systematic review and meta-analysis

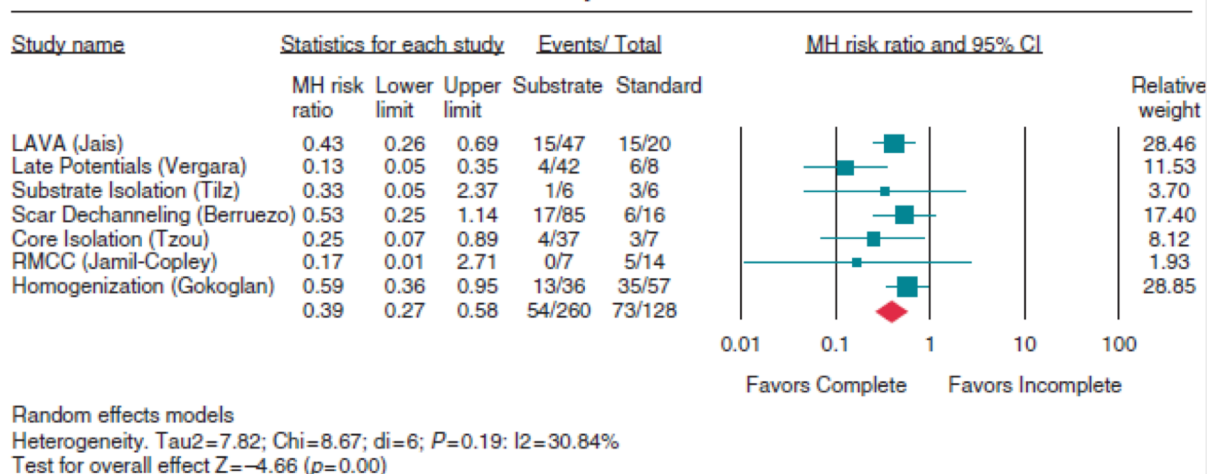


substrat modifikasyonu vs. standart ablasyon

VT rekürrensinde ve tüm nedenli mortalitede %43 risk azalması

Long-term outcomes of different ablation strategies for ventricular tachycardia in patients with structural heart disease: systematic review and meta-analysis

Ventricular Arrhythmia Recurrence

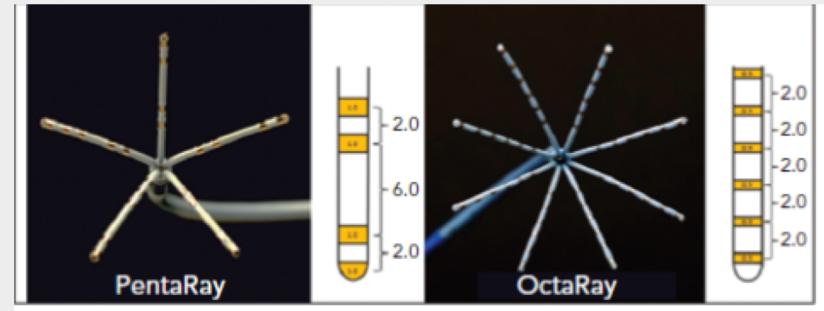


Komplet substrat modifikasyonu vs. inkomplet substrat modifikasyonu
VT rekürrensinde %61 risk azalması

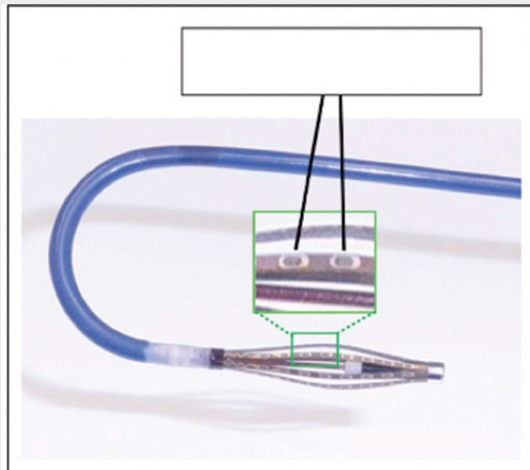
- Haritalama, VT ablasyonunun en önemli basamağını oluşturmaktadır.
- Skar alanını daha iyi ortaya çıkartmak önemli
- Multi-elektrod kataterler elektriksel substratı daha iyi belirleyebilirler

Multielektrod kateterler

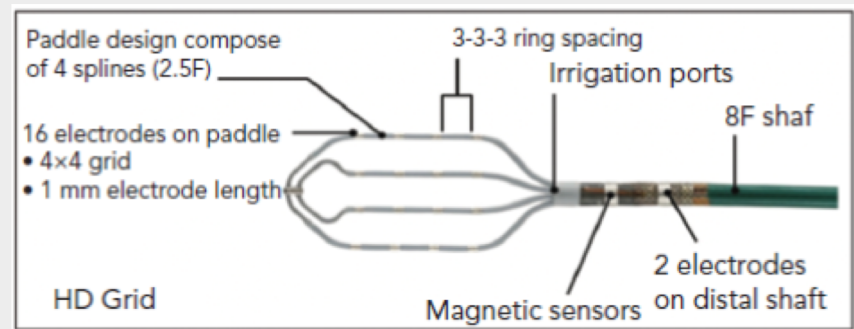
- Pentaray



- Orion



- Hd grid

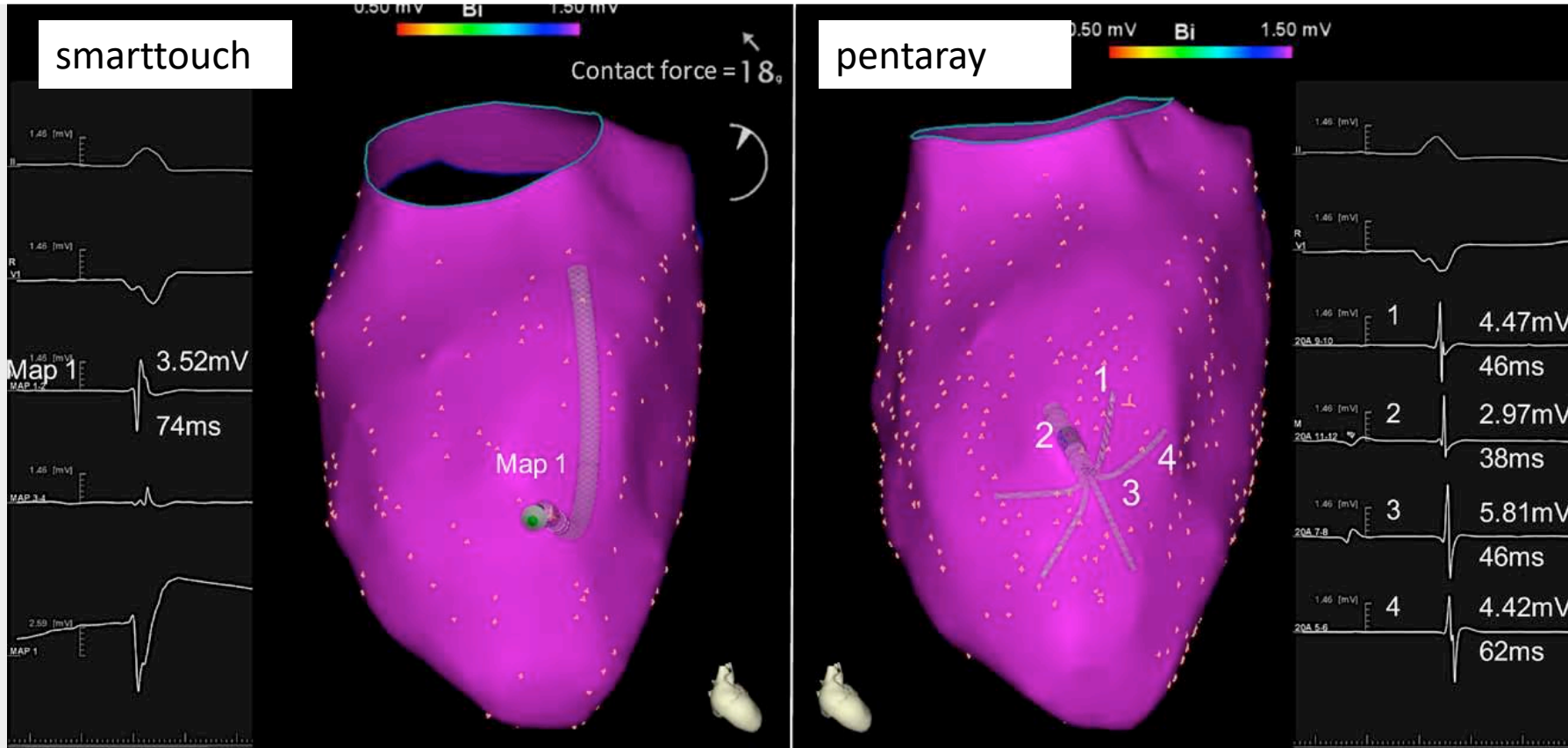


Aritmik substratın ortaya çıkartılması işlem başarısı ile ilişkidir

- Point by point haritalama zaman alıcı
- Operatör bağımlı
- Yüksek çözünürlüklü haritalama, bu sorunları potansiyel olarak çözmektedir

High-Resolution Mapping of Ventricular Scar Comparison Between Single and Multielectrode Catheters

Cory M. Tschabrunn, CEPS; Sebastien Roujol, PhD; Nicole C. Dorman, BSc;
Reza Nezafat, PhD; Mark E. Josephson, MD; Elad Anter, MD

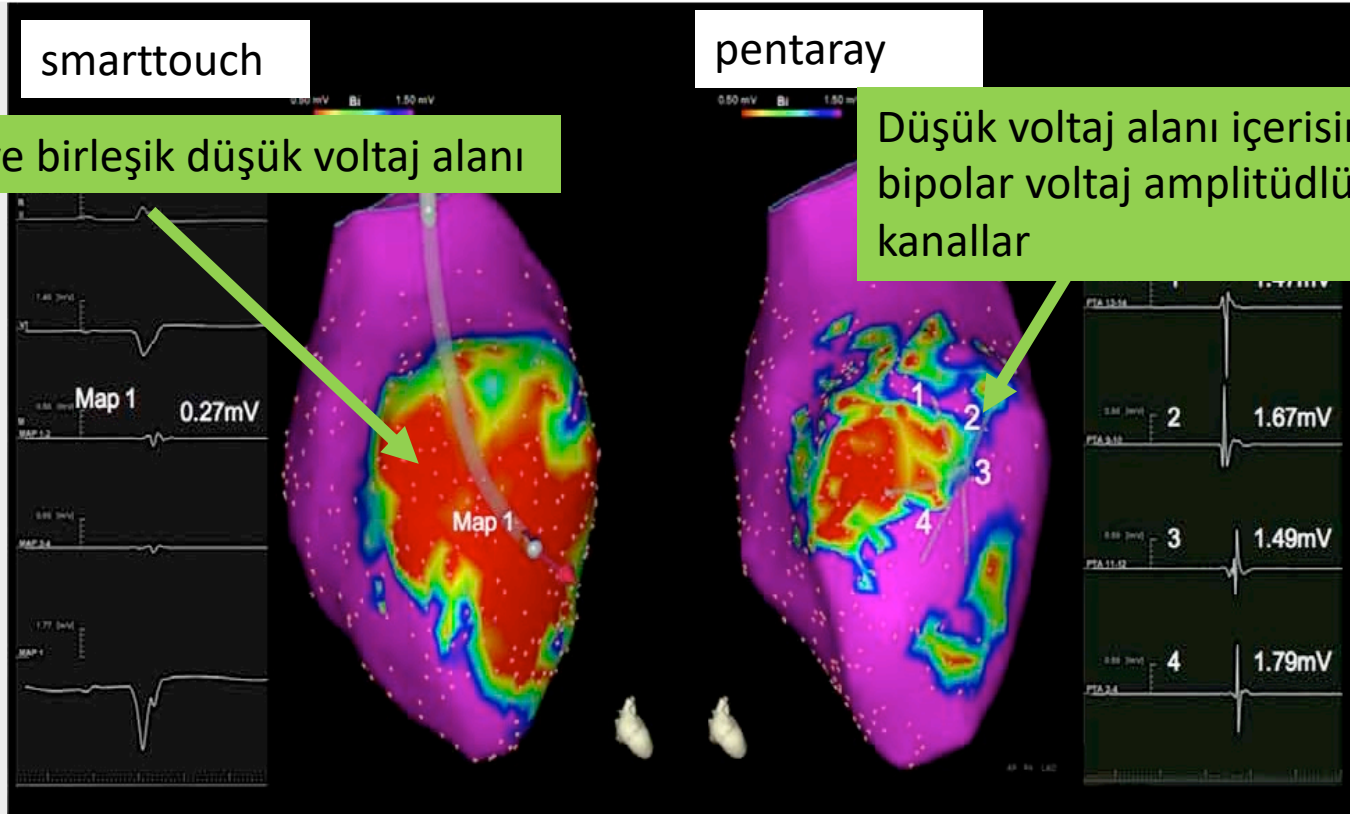


Elektroanatomik haritalama

- sağlıklı sol ventrikül domuz kalbi, linear ve multielektrod kateter karşılaştırması
- Bipolar voltaj amplitüdüleri benzer, %95 > 1.5mV

High-Resolution Mapping of Ventricular Scar Comparison Between Single and Multielectrode Catheters

Cory M. Tschabrunn, CEPS; Sebastien Roujol, PhD; Nicole C. Dorman, BSc;
Reza Nezafat, PhD; Mark E. Josephson, MD; Elad Anter, MD



Homojen ve birleşik düşük voltaj alanı

Düşük voltaj alanı içerisinde normal bipolar voltaj amplitüdü ve eğimli kanallar

Elektroanatomik haritalama

- post-infarkt domuz kalbi, linear ve multielektrod katater karşılaştırması

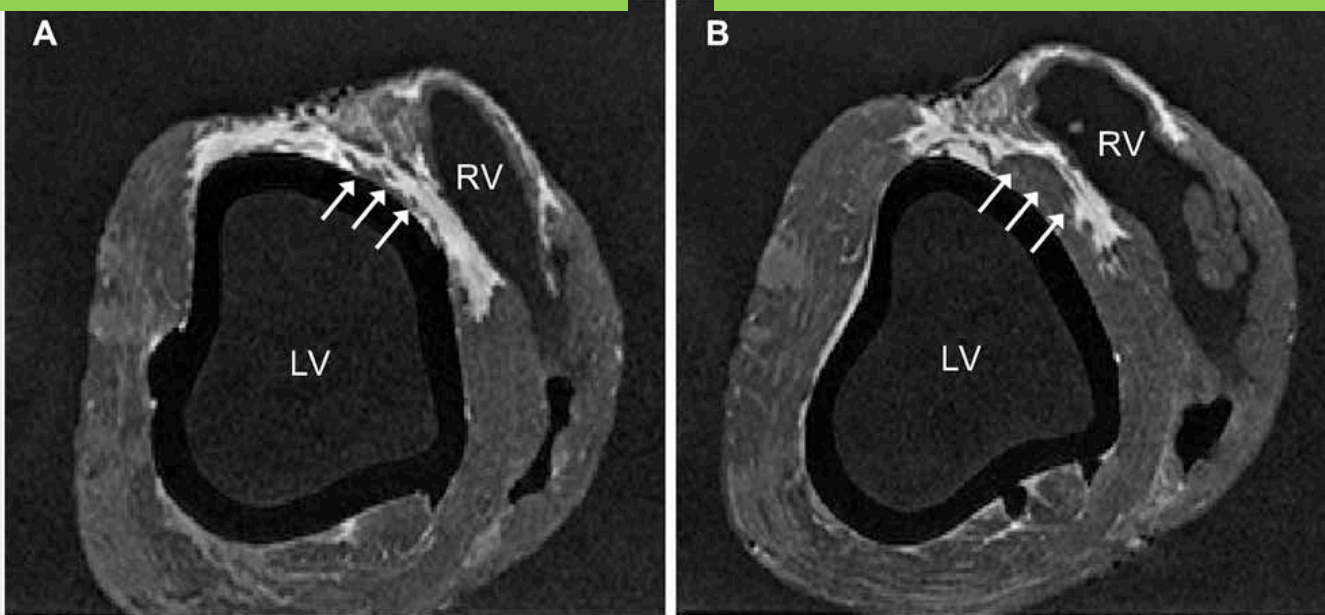
High-Resolution Mapping of Ventricular Scar

Comparison Between Single and Multielectrode Catheters

Cory M. Tschabrunn, CEPS; Sebastien Roujol, PhD; Nicole C. Dorman, BSc;
Reza Nezafat, PhD; Mark E. Josephson, MD; Elad Anter, MD

İnce korunmuş subendokardiyel miyokard

Normal sub ve mid-endokardiyel miyokard



Bipolar Voltage

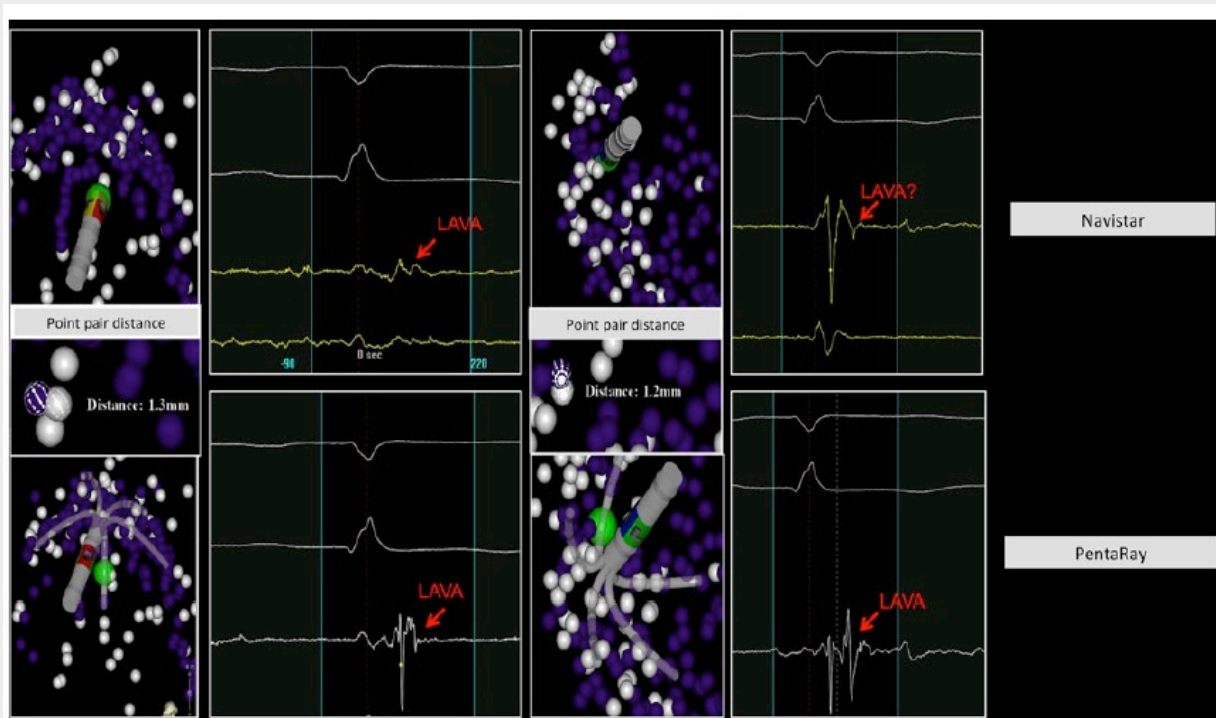
Linear	+	+++
Multielectrode	+++	+++

Multielektrod kateterler, elektrodlar arası mesafenin azalması ile skar doku içindeki canlı miyokardı daha iyi tespit etmektedirler.

Impact of Electrode Type on Mapping of Scar-Related VT

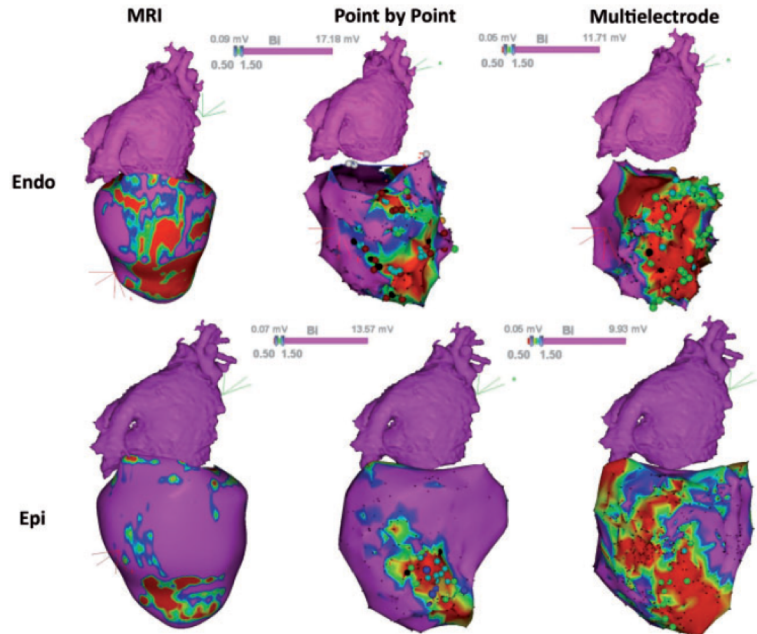
BENJAMIN BERTE, M.D., JATIN RELAN, PH.D., FREDERIC SACHER, M.D., PH.D.,
XAVIER PILLOIS, M.D., PH.D., ANTHONY APPETITI, SEIGO YAMASHITA, M.D., PH.D.,
SAAGAR MAHIDA, M.D., PH.D., FREDERIC CASASSUS, M.D., DARREN HOOKS, M.D., PH.D.,
JEAN-MARC SELLAL, M.D., SANA AMRAOUI, M.D., ARNAUD DENIS, M.D.,
NICOLAS DERVAL, M.D., HUBERT COCHET, M.D., PH.D., MÉLÈZE HOCINI, M.D.,
MICHEL HAÏSSAGUERRE, M.D., PH.D., RUKSHEN WEERASOORIYA, M.D., PH.D., and
PIERRE JAÏS, M.D., PH.D.

From the Hôpital Cardiologique du Haut-L'évêque, Université de Bordeaux, LIRYC Institute, Bordeaux, France



Multi-electrode vs. point-by-point mapping for ventricular tachycardia substrate ablation: a randomized study

Juan Acosta, Diego Penela, David Andreu, Mario Cabrera, Alicia Carlosena, Francesca Vassanelli, Francisco Alarcón, David Soto-Iglesias, Viatcheslav Korshunov, Roger Borrás, Markus Linhart, Mikel Martínez, Juan Fernández-Armenta, Lluís Mont, and Antonio Berrueto*

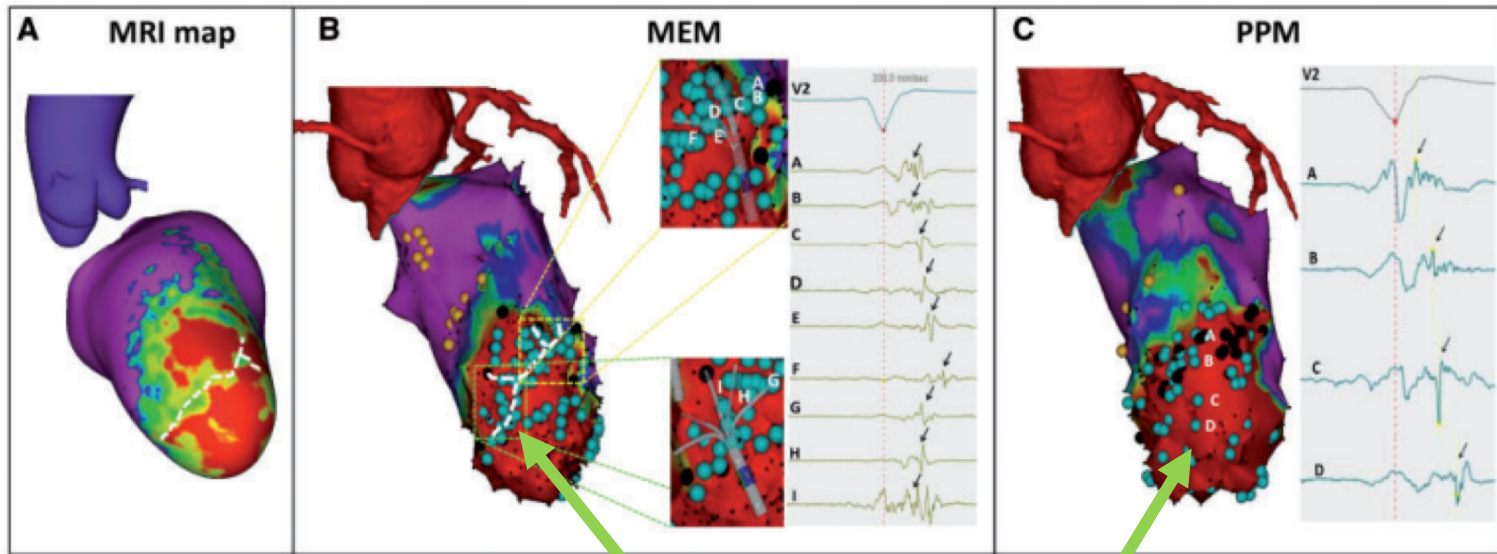


- Multi-elektrod haritalama vs. Point by point haritalama
- İskemik VT hastalarında (n=20)
- Substrat bazlı ablasyon yapılmış
- Pentaray vs Navistar kataterleri karşılaştırılmış

Pentaray kateter geç potansiyelleri ve düşük voltaj alanlarını daha iyi tespit etmiş. Pentaray grubunda ablasyon süresi daha az saptanmış.

Multielectrode vs. point-by-point mapping for ventricular tachycardia substrate ablation: a randomized study

Juan Acosta, Diego Penela, David Andreu, Mario Cabrera, Alicia Carlosena, Francesca Vassanelli, Francisco Alarcón, David Soto-Iglesias, Viatcheslav Korshunov, Roger Borrás, Markus Linhart, Mikel Martínez, Juan Fernández-Armenta, Lluís Mont, and Antonio Berrueto*



ileti kanalı

daha detaylı ileti aktivasyonu

Substrat haritalamasının başlıca kısıtlılıkları

- Unipolar ve bipolar kayıtlar birçok faktörden etkilenebilmektedir
 - Doğru skar sınırlandırması için tam güvenilir bir metod bulunmamaktadır
- LAVA/Geç potansiyel kayıtları
 - dalga aktivasyonundan
 - pace hızından
 - programlı uyarılardan
 - kaydın yapıldığı bölgeden etkilenmektedir
- Skar içindeki tüm potansiyelleri saptayacak güvenilir bir metod bulunmamaktadır



- Teşekkür ederim.

