

Preclinical Study of Pulsed Field Ablation of Difficult Ventricular Targets: Intracavitary Mobile Structures, Interventricular Septum, and Left Ventricular Free Wall

Dr. Abuzer Ocak, Dr. Oktay Gülcü

Dr. Abuzer Ocak, Dr. Oktay Gülcü

Çalışmanın Adı: Preclinical Study of Pulsed Field Ablation of Difficult Ventricular Targets: Intracavitary Mobile Structures, Interventricular Septum, and Left Ventricular Free Wall

Yayınlandığı Kongre: EHRA

Link: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCEP.124.012734>

Giriş:

Ventriküler aritmilerin kateter ablasyonu ile tedavisi, özellikle derin miyokardiyal hedefler veya mobil intrakardiyak yapılar söz konusu olduğunda yetersiz kalabilmektedir. Radyofrekans (RF) ablasyon teknikleri genellikle sınırlı lezyon derinliği, çevre yapılar zarar riski ve teknik zorluklar nedeniyle suboptimal başarı oranları sunmaktadır. Pulsed field ablation (PFA), termal olmayan yapısı ve dokuya seçici etkisiyle bu zorlukların üstesinden gelebilecek yeni nesil bir enerji kaynağı olarak öne çıkmaktadır.

Amaç:

Bu prelinik çalışmanın amacı, PFA'nın zorlu ventriküler hedeflerde (papiller kaslar, moderator bantlar, interventriküler septum ve sol ventrikül serbest duvarı) etkinliğini ve güvenliğini değerlendirmektir. Çalışmada, büyük temas yüzeyine sahip lattice uçlu kateter ile monopolar ve bipolar PFA uygulamalarının lezyon oluşturma kapasitesi araştırılmıştır.

Metod:

Bu çalışma, toplamda 14 Yorkshire cinsi domuz üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ablasyonlar genel anestezi altında, intrakardiyak eko (ICE), floroskopi ve elektroanatomik haritalama eşliğinde yapılmıştır. Sol ventrikül (LV) ve sağ ventrikül (RV) papiller kas (PM)'ları ve RV moderatör bantları ICE kullanılarak tanımlandı. Kateter ucu teması sağlandıktan sonra epikardiyal monopolar ve bipolar PFA yöntemlerini karşılaştırmak amacıyla uygulanmıştır. Hayvanlar önceden belirlenmiş 2 gün (n=10), 7 gün (n=2) ve 21 gün (n=2) sağ kalım süreleriyle takip edilmiş; lezyonlar nekropsi, histopatolojik analiz ve bazı durumlarda kardiyak manyetik rezonans görüntüleme (CMRI) ile değerlendirilmiştir.

Bulgular:

1. Papiller Kas Ablasyonu: Toplam 7 domuzdan 13 PM (5 anterior LV, 6 posterior LV, 2 RV) hedeflendi. Lezyonlar, 21 günlük takipte fibrotik görünüm kazanmış; kordal yapılarda bozulma ya da mitral yetmezlik saptanmamıştır. Stabil kateter teması olan 13 lezyondan 9'unda lezyon uzunluğu 18.3 ± 2.4 mm, genişliği 15.3 ± 1.5 mm ve derinliği 5.8 ± 1.0 mm olarak ölçülmüştür.

2. Moderator Bant Ablasyonu: 2 adet domuz üzerinde uygulandı. Her iki olguda da transmural lezyon elde edilmiştir. 2 günlük sağ kalımdan sonra, her iki lezyon da moderatör bantta transmural ablasyon gösterildi. Lezyonların uzunlukları 19.5 ve 24.0 mm, genişlikleri 13.5 ve 15.3 mm, derinlikleri ise 5.1 ve 6.1 mm olarak ölçülmüştür.

3. Epikardiyal Ablasyon: 2 günlük sağ kalımlarını tamamlayan 4 domuzda 12 epikardiyal monopolar ablasyon lezyonu (5 anterior LV, 4 lateral LV, 1 apikal LV, 1 posterior LV ve 1 inferior RV) oluşturuldu. 2 lezyondan biri ventriküler fibrilasyon (VF), diğeri ise ciddi sinus bradikardisi nedeniyle iptal edilmiştir. Kalan lezyonların ikisi (%20'si) transmuraldi (1 inferior RV, 1 apikal LV). Epikardiyal koroner arterlerde hasar görülmemiştir. Ortalama lezyon ölçümleri: 30.4 ± 4.2 mm uzunluk, 23.5 ± 4.1 mm genişlik, 9.1 ± 1.9 mm derinlik olarak gösterilmiştir.

4. Bipolar PFA: 8 domuzda on sekiz başarılı bipolar ablasyon uygulanmış olup, bunların 3'ü atrioventriküler blok (AV blok) (n=1) ve VF indüksiyonu (n=2) nedeniyle erken sonlandırılmıştır. 15 tamamlanmış lezyonda ortalama ölçüler: uzunluk 29.6 ± 5.5 mm, genişlik 21.0 ± 7.3 mm ve derinlik 14.3 ± 4.7 mm olarak ölçülmüştür. Lezyonların %87'si transmuraldi (epikardiyal grubun sadece %20'sine kıyasla, $p=0.002$). Epikardiyal monopolar lezyonlarla karşılaştırıldığında, bipolar lezyonlar önemli ölçüde daha derindi, ancak lezyon uzunluğunda ve genişliğinde önemli bir fark yoktu.

5. Güvenlik Bulguları: Sadece 1 hayvanda prosedür sonrası ölüm gözlenmiştir (muhtemel entübasyon komplikasyonu). Aritmi indüksiyonu (VF veya AV blok) bazı vakalarda gözlenirse de geçici olmuştur. Kardiyak yapı bütünlüğünde kalıcı bir bozulma, anevrizma ya da ciddi komplikasyon saptanmamıştır.

Sonuç:

Bu prelinik modelde yapılan deneysel çalışmalar göstermiştir ki, lattice uçlu kateter ile uygulanan PFA, zorlu ventriküler hedeflerde (papiller kas, moderator band, interventriküler septum ve epikardiyum) etkili, derin ve transmural lezyonlar

oluşturabilmektedir. Bipolar PFA stratejisi, özellikle septum ve serbest duvar gibi kalın dokularda, lezyon derinliğini anlamlı şekilde artırmıştır. Ayrıca, bu yaklaşımın doku bütünlüğünü koruyarak fibrotik iyileşme sağladığı gözlenmiştir.

Yorum:

Kateter ablasyonunda ventriküler hedeflere ulaşmak, özellikle hareketli yapılar ve kalın miyokardiyum bölgeleri söz konusu olduğunda zordur. Bu çalışma ile PFA teknolojisinin, termal enerji kaynakları aracılığıyla erişmekte zorlanılan alanlarda etkili ve güvenli bir alternatif olabileceğini gösterilmiştir. Lattice uçlu kateter geniş temas yüzeyi sayesinde lezyon sürekliliği ve stabilitesi açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Bipolar uygulama ile elde edilen yüksek transmuralite oranları ulaşılması zor, derin aritmojen substratları hedeflemek için bu yaklaşımın gelecekte yapılacak klinik uygulamalara entegrasyonu açısından destekleyici niteliktedir. Ayrıca, PFA uygulamalarının iletişim sistemiyle olan mesafesi dikkate alındığında, bu işlemlerin güvenli bir şekilde gerçekleştirilebileceği sınırların daha kapsamlı bir biçimde anlaşılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sonuçlar, ventriküler aritmi ablasyonunun klinik başarısını artırmak adına ileriye dönük umut vaat etmektedir.

Kısaltmalar

- **AV blok:** Atriyoventriküler blok
 - **CMRI:** Kardiyak Manyetik Rezonans Görüntüleme
 - **ICE:** İntrakardiyak Ekokardiyografi
 - **LV:** Sol Ventrikül (Left Ventricle)
 - **PFA:** Nabız Alanı Ablasyonu (Pulsed Field Ablation)
 - **PM:** Papiller Kas (Papillary Muscle)
 - **RF:** Radyofrekans
 - **RV:** Sağ Ventrikül (Right Ventricle)
 - **VF:** Ventriküler Fibrilasyon
-