

Atriyal fibrilasyonun cerrahi tedavisi

The surgical treatment of atrial fibrillation

Belhhan Akpınar, Ertan Sağbaş, Mustafa Güden, İlhan Sanisoğlu

Florence Nightingale Hastanesi, Kadir Has Üniversitesi, Kalp-Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Şişli, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Teknolojideki hızlı gelişmeler atriyal fibrilasyonun (AF) cerrahi tedavisinde birçok yeniliği beraberinde getirmiştir. Maze III operasyonu, AF'nin cerrahi tedavisinde altın standart olarak kabul edilmekle beraber teknik zorluk ve bazı komplikasyonlar nedeniyle yaygın kullanım alanı bulamamıştır. Alternatif enerji kaynaklarının kullanıma girmesi ile orijinal yöntem ile kesip dikerek oluşturulan lezyonlar bu enerji kaynaklarıyla çok daha kısa sürede emniyetle oluşturulmaktadır. Bu işlemlerle %70-98 arasında değişen oranlarda başarı elde edilmektedir. İki bin beş yılı Haziran ayı itibarıyla dünyada otuz binin üzerinde hastaya cerrahi ablasyon işlemi yapıldığı bildirilmektedir. Ancak yaygın uygulama bazı komplikasyonları beraberinde getirirse de cerrahi ablasyonun yaygın kabul görmesine engel olamamıştır. Öte yandan tek başına AF'li olgularda minimal invazif tekniklerle cerrahi ablasyon, perkütan tekniklere önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Bu derlemede atriyal fibrilasyonun cerrahi tedavisinin tarihsel gelişimi ve güncel klinik uygulamalar üzerinde durulacaktır. (*Anadolu Kardiyol Derg 2007; 7: 65-73*)

Anahtar kelimeler: Atriyal fibrilasyon, Maze işlemi, ablasyon

ABSTRACT

The surgical treatment of atrial fibrillation (AF) has entered a new era with the development of new tools and advanced techniques. The Maze III operation remains as the gold standard for the surgical treatment of AF. However new energy sources have been adopted for treating this arrhythmia in an effort to reduce the invasiveness and technical concerns with the original procedure. Success rates ranging between 70-98% have been reported using these new techniques. On the other hand, interventional cardiologists have further improved their techniques so that percutaneous techniques are competing with minimally invasive ablation techniques for the treatment of drug resistant and symptomatic lone AF. These developments have aroused the interest of cardiac surgeons in AF surgery and have found themselves a wide application. It has been estimated that thirty thousand patients have undergone surgical ablation for AF so far. Inevitably, procedure related complications have occurred and caused skepticism by some groups. However, surgical ablation has become a widely accepted treatment modality for AF patients undergoing concomitant cardiac surgery. The aim of this text is to make an overall review of the surgical treatment of AF and evaluate the current situation in view of the literature and the personal experience of the authors. (*Anadolu Kardiyol Derg 2007; 7: 65-73*)

Key words: Atrial fibrillation, Maze procedure, ablation

Giriş

Atriyal fibrilasyon (AF), en sık rastlanan aritmilerden birisi olup görülme sıklığı çeşitli risk gruplarına göre % 0.4-10 arasında değişmektedir. İleri yaş grubunda bu oran %17'ye, mitral kapak hastalığı görülen olgularda ise %80'e varabilmektedir (1).

Atriyal fibrilasyon, uzun yıllar iyi huylu bir aritmi olarak algılanmış, bu nedenle de tedavi seçenekleri sınırlı kalmıştır. Ancak, çeşitli çalışmalar atriyal fibrilasyonun inme ihtimalini altı kat, kardiyovasküler sebeplere bağlı mortaliteyi de iki kat artırdığını göstermiştir (1, 2). Birçok AF hastası, tromboemboli riski, hemodinamik dengesizlik, çarpıntı ve baygınlık gibi şikayetlerin yanı sıra uygulanan farmakolojik tedaviye bağlı olumsuzluklardan da etkilenmekte ve AF'un yaşam kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerine maruz kalmaktadır (3).

Atriyal fibrilasyon, kalp cerrahisi planlanan olgular için ayrı bir önem taşımaktadır, çünkü mitral kapak cerrahisi için başvuran ol-

guların % 60-80'i kronik AF'lidir. Bu oran, koroner ve aort kapak hastaları için %5-10 arasındadır (1, 3). Bu olguların pek çoğunda, başarılı bir kapak replasmanı veya tamirinden sonra AF devam etmekte, antiaritmik, antikoagülan tedavinin devamı, tromboembolik veya kanamaya bağlı komplikasyonlar nedeniyle yaşam kalitesi önemli ölçüde düşmektedir. Buna karşılık Bando ve ark.ları (4), mitral kapak operasyonu sırasında Maze operasyonu uygulanan olgularda beş yıllık takip sonunda sadece kapak replasmanı uygulanan guruba göre beş kat düşük tromboembolik olay gözlemlenmiştir.

AF'nin tedavisinde kullanılan yöntemler

1. Farmakolojik

2. Farmakoloji dışı yaklaşımlar olarak sınıflanabilir.

A. Farmakolojik tedavinin amacı

1. Sinüs ritminin sağlanması ve idamesi, bu mümkün olmadığı takdirde ise ventrikül cevabının yavaşlatılarak semptomların hafifletilmesi.

2. Antikoagülan tedavi ile tromboemboli riskinin azaltılması olarak özetlenebilir.

B. Farmakoloji dışı tedavi yaklaşımları

1. Atriyal kalp pili
2. Endokardiyal kateter ablasyonu
3. Cerrahi girişim, olarak sınıflanabilir.

Farmakolojik tedavi, hız kontrolü ve antikoagülasyon amacıyla yaygın olarak kullanılmakla beraber, etkisi özellikle romatizmal kapak hastalığı ile beraber görülen kronik AF'da sınırlı kalmaktadır. AFFIRM çalışması, beklenen aksine, hız ve ritm kontrolü yapılan gruplar arasında sinüs ritminin tesisinin avantajını gösterememiş, hatta hız kontrolü protokolü uygulanan grubun sonuçları daha yüz güldürücü olmuştur (5). Bu nedenle, sinüs ritmini tesis etmek için invazif bir girişimin gerekliliği yeniden tartışma konusu olmuştur. Ancak, bu çalışmanın ağırlıklı olarak tek başına AF (lone AF) olgularını içerdiği göz önünde bulundurulmalıdır.

Endokardiyal kateter ablasyonu, diğer kardiyak aritmilerin ve özellikle aksesuar iletim yollarının tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde prensip, aritmi devresi ve kaynağının elektrofizyolojik ve anatomik olarak tanımlanması ve bu bölgelerin ablasyonudur. Kateterle uzun lineer lezyonlar yaratılmasındaki zorluklar, pulmoner ven stenozu ve işleme bağlı tromboembolik komplikasyonlar, bu işlemin AF tedavisinde yaygın kullanımını bir süre sınırlamıştır. Son yıllarda, Pappone ve Haissugarre'nin (6, 7) aritmiyi tetikleyici bölgenin eliminasyonuna yönelik dairesel pulmoner ven izolasyonu teknikleri ile elde ettikleri sonuçlar ümit vericidir. Gelişmekte olan teknoloji ile kateter ablasyonun özellikle tek başına AF'lu olguların tedavisinde önemli rol oynayacağı düşünülmektedir.

Atriyal fibrilasyonun cerrahi tedavisinin tarihsel gelişimine göz atıldığında bu yöndeki girişimlerin çoğunun 1980'li yıllara dayandığı görülebilir. Atriyal fibrilasyona bağlı tromboembolik komplikasyonların çoğunun sol atriyum kulakçığından kaynaklandığı düşünülerek, AF'li olup kalp ameliyatı geçiren hastalarda atriyum kulakçığının rutin olarak kesilmesi ve bağlanması önerilmiştir. Bu yöntem, romatizmal olmayan kapak hastalıklarında tromboembolik komplikasyonların engellenmesi yönünde olumlu sonuç vermiş, ancak romatizmal kapak hastalarında istenilen sonucu vermemiştir.

His Demeti Ablasyonu

His demetinin ablasyonu ve kalıcı kalp pili implantasyonu, ventrikül cevabının kontrol altına alınmadığı hızlı AF'li olgularda uygulanmıştır. Amaç, supraventriküler aritmiyi atriyumda izole etmek ve ventriküler geçişi engellemektir. Bu yöntemle düzensiz kalp hızına çözüm bulunmakta, buna karşılık kalıcı kalp pili ihtiyacı doğmaktadır. Ayrıca, sistemik tromboemboli riski de devam etmektedir. Bu metotla atriyal fibrilasyona bağlı tromboemboli ve atriyal transport fonksiyonunun kaybına çözüm getirilememiş, kalıcı pille ilgili problemler de olaya eklenmiştir (8).

Sol Atriyal İzolasyon Operasyonu

Doktor Cox ve ark. (8) tarafından ortaya atılan sol atriyal izolasyon operasyonu, AF'nin sol atriyum içinde izole edilmesi ve kalbin diğer bölümlerinin sinüs ritmini sürdürmesi prensibine dayanmaktadır. Sol atriyum izole olmasına ve sol ventrikül ile senkron kasılmasına rağmen, sağ kalbin senkron çalışması ve sol tarafın buna adapte olması nedeniyle kardiyak hemodinamide belirgin iyileşme

sağlanmıştır. Buna karşın sol atriyum fibrile olmaya devam ettiği için, bu hastalarda sistemik tromboemboli riski devam etmiştir (8, 9).

Koridor Operasyonu

Guiraudon tarafından 1985 yılında tarif edilen bu işlemde sinüs düğümü ve atriyoventriküler (AV) düğümünü içine alan bir koridor yaratılmaktadır. Sinüs düğümünden çıkan ileti başka bir yere sapmadan bu koridordan geçerek AV düğümüne ulaşır ve ventrikülü uyarır. İşlemden sonra düzenli bir ritm ortaya çıkmasına rağmen atriyumlar fibrile olmaya devam ettiği için tromboemboli riski devam etmektedir. Bu operasyonla ilgili geç takip sonuçlarında belirli hemodinamik düzelme ve düzenli ritm bildirilmiş, ancak sol atriyumda trombus oluşumunun ve tromboembolik olayların önüne geçilememiştir (10-12).

Maze Operasyonu

Atriyal fibrilasyon tedavisinde ideal bir cerrahi işlemin beş probleme çözüm getirmesi beklenmektedir. Bunlar;

1. Atriyal fibrilasyonun durdurulması
2. Sinüs ritminin sağlanması
3. Atriyumlarla ventriküller arasında senkronizasyonun sağlanması
4. Atriyal transport fonksiyonunun sağlanması
5. Yukarıda sayılan dört mekanizma yoluyla, her iki atriyumda kanın göllenmesine engel olmak ve tromboemboli riskinin ortadan kaldırılması olarak sıralanabilir.

Yukarıda sayılan cerrahi yöntemlerin hiçbiri, AF tedavisindeki amaç olması gereken bu beş şartın tamamını yerine getirememiş ve bu nedenle de yaygın kabul görmemiştir.

Daha önce adı geçen tekniklerin yetersizliği nedeniyle, Dr. Cox ve ark.ları AF'nin anatomik ve elektrofizyolojik temellerine yönelik çalışmalarının sonunda, 1980 yılında MAZE adı verilen yeni bir cerrahi teknik geliştirdiler (13, 14). Cox ve ark.nın yaptığı elektrofizyolojik çalışmalar, AF'nin genişlemiş atriyum dokusunda oluşabilen büyük yeniden giriş (reentry) elektriksel devrelerinden kaynaklandığını, öte yandan atriyal otomatisite ve küçük yeniden giriş devrelerinin daha az önemli olduğunu ortaya çıkardı. Böylece, bu büyük yeniden giriş elektriksel devrelerinin kesilmesi fikri ortaya çıktı. İşlemin amacı şu şekilde özetlenebilir:

- a. Atriyal fibrilasyonu tetiklediği düşünülen belli odakları buldukları yere hapsetmek,
- b. Atriyumda elektriksel aktivitenin ilerleyeceği yüzeyi küçülterek büyük yeniden giriş devrelerini ve dolayısı ile fibrilasyonu durdurmak.

Bilindiği gibi, sağ atriyumda vena kaval ve triküspid kapak annulusu, sol atriyumda da pulmoner venler ve mitral kapak annulusu elektriksel aktivitenin geçmesini engelleyen doğal engellerdir. Yaratılan yeni insizyonlarla, AF odaklarının hapsedilmesi, oluşabilen büyük yeniden giriş devrelerinin bu doğal ve yeni yaratılan bariyer'lere takılarak sonlanması ve sinüs ritminin devam etmesi sağlanmaktadır. Bir labirent mantığı ile yerleştirildikleri için, bu insizyonlara İngilizce'de labirent anlamına gelen Maze adı verilmiştir (13).

Bu işlem, yıllar içinde iki modifikasyon geçirerek Maze III operasyonu olarak literatürdeki yerini almıştır (14). Maze III kardiyopulmoner baypas (KPB) ve kardiyoplejik arrest ile gerçekleştirilen bir operasyon olup, insizyon paterni Şekil 1'de gösterilmektedir.

Şekilde görüldüğü gibi, sağ ve sol atriyal kulakçıklar ampute edilmekte ve yine sağ ve sol atriyumda tam kat (transmural) kesiler oluşturulup sonra dikilmektedir. Sağ atriyumda istmus bölgesinde ve triküspid kapak annulus çevresinde ise lezyonlar kriyoablasyon yöntemi ile oluşturulmaktadır. Koroner sinüsün sol atriyal tarafında yaratılan bir kriyolezyonla iletinin koroner sinüs yoluyla sol atriyuma ilerlemesi engellenmektedir.

Yapılan çeşitli çalışmalar, insan atriyum dokusunda büyük yeniden giriş devrelerinin oluşumu için minimum 4 cm aralık olması gerektiğini göstermektedir. İşlem sona erdikten sonra, insizyonlar, kalbin iletken olmayan fibröz iskeleti ve anatomik engeller arasında yeniden giriş devrelerinin oluşmasına imkan vermeyecek kadar az mesafe kalmaktadır. Bu şekilde sinüs düğümünden gelen ileti, sağ atriyumda anteriyor olarak ilerleyip, buradan septuma girerek AV düğümü depolarize eder. Daha sonra, ileti sol atriyumun önce ön kısmından daha sonra da arkasından ilerleyerek pulmoner venlere ulaşır. Koroner sinüsün sol atriyal tarafında yaratılan bir kriyolezyon iletinin koroner sinüs yoluyla ilerlemesini engeller.

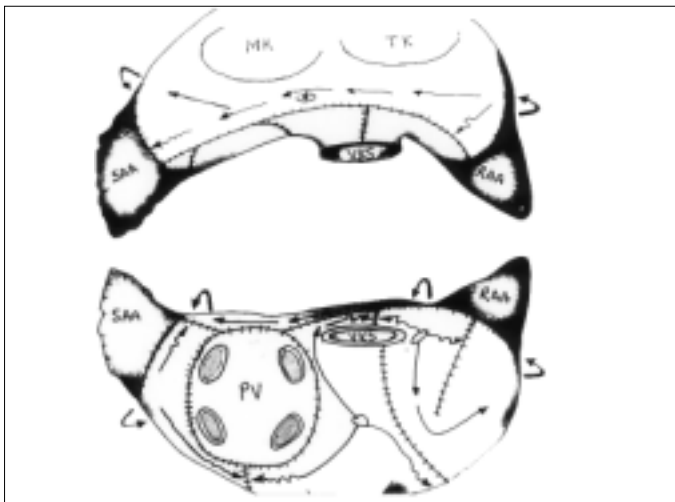
Maze operasyonu ilk gerçekleştirildiği 1987 yılından itibaren uygulama sonrası ortaya çıkan komplikasyonlar nedeniyle iki önemli modifikasyon geçirmiştir.

Bu komplikasyonlar:

1. İşlem sırasında sinüs düğümünün hasar görmesine bağlı kalbin egzersize olan kronotropik cevabının kaybı. Bu problem, vena kava superiyor civarındaki insizyonun daha arkaya yapılması ile giderilmiştir.

2. Yüzde 30'dan fazla olguda ameliyat sonrası sol atriyal transport fonksiyonunun geri dönmemesi. Bu komplikasyon, olgularda Bachman demetinin bölünmesine bağlanmış ve son modifikasyonda bu işlemde vazgeçilmiştir.

3. Yüzde 40'dan fazla olguda kalıcı kalp pili gereksinimi olması. Bu olgular, retrospektif olarak incelendiği zaman çoğunlukta hasta sinüs sendromu (Sick Sinus Syndrome) tespit edilmiştir. Bu nedenle, hasta sinüs sendromu, Maze operasyonu için bir kontrendikasyon olarak kabul edildi.



Şekil 1. Maze III operasyonu sırasında oluşturulan cerrahi lezyonlar gösterilmektedir

MK- mitral kapak, PV-pulmoner ven, RAA- sağ atriyum kulakçığı, SAA- sol atriyum kulakçığı, TK- triküspid kapak, VKS- superior vena kava, VKI-inferior vena kava

İnsizyonları göstermektedir
İletinin ilerleme yönünü göstermektedir

Yapılan bu modifikasyonlardan sonra, Maze III operasyonu ile sinüs ritminde artış, daha az kalıcı pil ihtiyacı, daha az aritmi tekrarı ve uzun dönemde iyileşmiş atriyal transport fonksiyonları elde edilmiştir. Dr. Cox ve ark., Maze III operasyonu ile %98 oranında sinüs ritmine dönüş oranı vermektedirler (14, 15). Doktor Cox'un çeşitli yayınlarında, operasyondan sonra sağ atriyal transport fonksiyonlarında %98, sol atriyal transport fonksiyonlarında %90 oranında düzelme belirtilmektedir. Her ne kadar, diğer seriler aynı işlemde daha düşük sinüs ritmine dönüş oranları vermeseyse de, Maze III operasyonu, AF'nin cerrahi tedavisindeki altın standart olarak yerini almıştır.

Bütün başarılı sonuçlara rağmen, bu operasyon dünyada yaygın kabul görmemiştir. Bunun başlıca nedenleri, işlemin teknik olarak oldukça karmaşık olması, KPB ve operasyon süresini daha uzun olmasıdır. Bu faktörlere bağlı olarak ameliyat sonrası görülen düşük debi ve insizyonlara bağlı kanama riski gibi komplikasyonlar operasyonun yaygın olarak benimsenmesini geciktirmiştir (15).

Maze III operasyonu ile ilgili teknik zorluklar, bazı araştırmacıları bu prosedürü modifiye etmeye yönlendirmiştir. Doktor Haissaguarre'nin yaptığı elektrofizyolojik çalışmalar sonunda mitral kapak hastalarında AF'ye sebep olan mekanizmanın sol atriyumdan kaynaklandığının gösterilmesi üzerine, dikkatler sadece sol atriyumu içeren bir Maze konsepti üzerinde yoğunlaşmıştır (16, 17). Gerçekten de, elektrofizyolojik çalışmalar, AF'yi tetikleyen odakların sol pulmoner venler, sol atriyum kulakçığı ve daha az olarak da sağ pulmoner ven bölgesi olduğunu göstermiştir (18). Modifiye sol taraflı Maze adı verilen işlemde, pulmoner venler cerrahi insizyonlarla izole edilmekte, sol atriyal kulakçık kesilmekte ve kriyolezyonlar kullanılarak geniş bir posterolateral atriyum dokusu izole edilmektedir (19). Atriyal fibrilasyonun tedavisi açısından oldukça başarılı olan bu işlemde sonra, %10-20 oranında atriyal flutter görüldüğü bildirilmiştir (20).

Maze işlemini sol atriyuma sınırlayan işlemler yine atriyumda insizyonlar yapılarak yeniden dikilmesi prensibine dayandığından yaygın uygulama alanı bulamamıştır. Özellikle Maze operasyonu ile beraber kapak, koroner bypass gibi ek işlemlerin de eklenmesi işlemi daha da karmaşık hale getirmektedir. Bu nedenle Maze ameliyatı sırasında oluşturulan kesileri değişik enerji kaynakları kullanarak oluşturma fikri ortaya atılmıştır. Bu yöntemlerde amaç, orijinal yöntemdeki kes ve dik tekniği yerine değişik enerji kaynakları kullanarak daha kısa sürede aksesuar iletini engelleyecek doku hasarı oluşturmaktır. Bu tekniğe cerrahi ablasyon adı verilmiştir. Cerrahi ablasyonda üç amaç hedeflenmektedir.

1. Uygun derinlik ve genişlikte ve tam kat lezyon oluşturmak
2. Atriyal fonksiyonları bozmamak
3. Çevre dokulara zarar vermemek.

Cerrahi ablasyonda kullanılan enerji kaynaklarının çoğu ısı yoluyla lezyon oluşturmaktadır. Bu amaçla kullanılan enerji kaynakları yaydıkları ısıya göre hipertermik veya hipotermik olarak sınıflanabilir.

Bipolar Koter

Hipertermik bir enerjidir. Atriyal fibrilasyonun cerrahi tedavisi sırasında ilk denenen enerji kaynağı olmuştur. Hindistan'da yaygın kullanım alanı bulan bu yöntemde, bipolar koter kullanılarak, atriyum dokusunda tam kat lezyonlar oluşturulmaktadır. Tekniğin en önemli avantajı ucuz olması, pahalı cihaz kullanımı gerektirmemesidir. Bu yöntemle oldukça başarılı sonuçlar elde edilmesine rağmen,

men, kullanım zorluğu, enerjinin kontrolünün güç olması, atriyum içinde pıhtı oluşumu ve çevre dokulara zarar verme riski gibi dezavantajları bulunmaktadır. Özellikle özofagus ve koroner arter hasarı riski nedeniyle, söz konusu yöntem günümüzde terk edilmiştir (21).

Mikrodalga ablasyon

Mikrodalga son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlanan hipertermik bir enerji yöntemidir. Hızlı bir şekilde derin ve geniş lezyonlar oluşturma özelliği vardır. Ancak enerjinin kontrolü zordur. Bu yöntem özellikle epikardiyal uygulamalarda kendine önemli bir yer edinmiştir ve çalışan kalpte baypas işlemi sırasında tercih edilmektedir. Mikrodalga enerjisinden minimal invazif yöntemlerde ayrıntılı bahsedilecektir (22).

Kriyoablasyon

Dokunun dondurulması ve temas yerinde hücre ölümüne sebep olması prensibine göre çalışan hipotermik bir enerji çeşididir. Eksi 60-70 derece soğukluğa erişen prob (kalem) vasıtasıyla lezyonlar oluşturulur. Perforasyon ve tromboemboli riskinin düşük olması ve tam kat lezyon elde edilmesi bu yöntemin en önemli avantajıdır. Epikardiyal yüzeyde uygulanmasının zor olması ve uygulama sürelerinin uzun olması ise yöntemin dezavantajları olarak sayılabilir. Kriyoablasyon bu özellikleri ile daha çok AV nodal taşikardi ve ventriküler taşikardi cerrahisinde kullanım alanı bulmuştur (23).

Radyofrekans ablasyon

Hipertermik bir enerjidir. Radyofrekans (RF) enerjisinin perikardiyal ablasyon tekniklerinden sonra aritmi cerrahisinde kullanıma girmesi, AF'nin tedavisinde yeni bir sayfa açmıştır. Bu teknikte prensip, RF enerjisinin yol açtığı ısıyı kullanarak, atriyum endokardının belirli bölgelerinde tam kat lezyonlar oluşturmaktır. Bu şekilde, hem AF'yi tetikleyen odakların buldukları yerde izolasyonu; hem de dalga şeklinde ilerleyen büyük yeniden giriş devrelerinin yeni oluşturulan lezyonlara ve doğal anatomik engellere takılarak ilerlemesi engellenmiş olmaktadır.

Radyofrekans enerjisinin bu amaçla ilk kullanımı, 1988 yılında Dr. Wittkamp tarafından bildirilmiştir. Bunu takip eden yıllarda Dr. Melo ve ark.ları, RF enerjisi kullanarak sınırlı bir işlem olan basit pulmoner ven izolasyonu ile bir yıllık %69 oranında sinüs ritmi sağ-

lamışlardır (24). Daha sonra, RF enerjisini kullanan ve değişik ablasyon paternleri izleyen gruplar, %70-94 arasında değişen oranlarda sinüs ritmi bildirmişlerdir (25, 26). Wittkamp'tan sonra, yine Hollanda'dan Dr. Sie ve ark.ları, yıkamalı (irrigasyonlu) bir RF sistemi kullanarak, Modifiye Maze adını verdikleri bir model geliştirdiler. Bu sistemde, orijinal Maze III operasyonu ile elde edilen lezyonların tamamı yıkamalı bir RF sistemi ile oluşturulmaktadır. Bu yöntemle, Dr. Sie ve ark.ları, bir yıllık %98 sinüs ritmi elde etme başarısını göstermişlerdir (27, 28). Aynı sistemi ve ablasyon paternini uygulayan diğer merkezler de benzer başarı oranları vermişlerdir (29, 30). Kullanılan yıkama sistemi ile, etraf doku hasarı (özofagus, koroner) önlenmekte, soğutma yoluyla indirekt ileti ile daha derin dokulara temas edilerek, transmural lezyon oluşma şansı artmakta ve bazı kuru sistemlerde görülen pıhtı ve kurut olma riski ortadan kalkmaktadır. Bu sistemde, RF enerjisine dayanan diğer sistemlerde olduğu gibi kombine operasyonlar sırasında oluşan ısı enerjisinin, dikiş hatlarına zarar vermemesi için, önce ablasyon işleminin yapılması, kapak veya diğer cerrahi girişime daha sonra geçilmesi önerilmektedir. Şekil 2'de sol atriyum için yaygın olarak kullanılan bir endokardiyal ablasyon paterni gösterilmektedir.

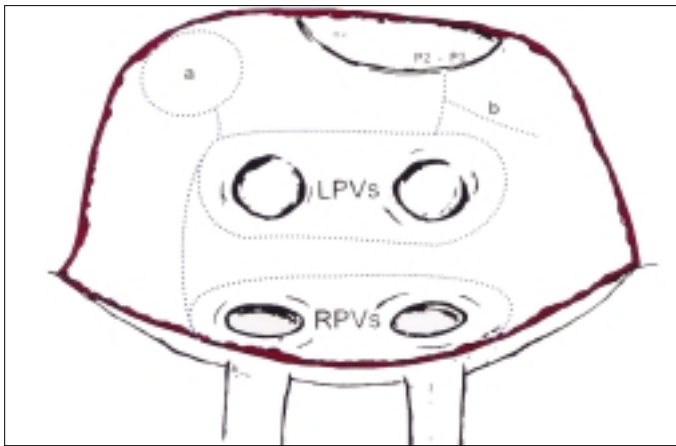
İrigasyonlu Radyofrekans Enerjisi İle Klinik Sonuçlarımız

Kliniğimizde Aralık 2001-Mart 2005 tarihleri arasında kalp ameliyatı planlanan 225 olguda irigasyonlu RF ablasyon tekniği uygulanmıştır. Olguların %34'ü erkek, %66'sı kadın olup ortalama yaş 54 ±13 dır. Bu grup içinde tek başına AF'li (lone AF) olgu bulunmayıp olguların ek kardiyak patolojilere göre dağılımı tablo 1'de gösterilmiştir. Yüz altmış yedi olgu mediyan sternotomi, elli sekiz olgu sağ mini torakotomi ve port akses tekniği ile opere edilmişlerdir. Yüz doksan üç olguda ünipoler kalem, otuz iki olguda ise bipolar kalem kullanılmıştır. On dört koroner baypas olgusunda çalışan kalpte bipolar ablasyon gerçekleştirilmiştir. Yüz kırk yedi olguda sadece sol atriyal ablasyon işlemi yapılmışken, 61 olguda sağ ve sol atriyal ablasyon gerçekleştirilmiştir. Olguların 12, 24, 36 ve 48 ay sonundaki ritim durumları tablo 2'de gösterilmektedir. Tablo'da görüldüğü gibi bi-atriyal veya sol atriyal ablasyon uygulanan olgular arasında bir yılın sonunda ve uzun takipte ritim açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır. Yine minimal invazif yöntemle opere edilen olguların sonuçlarının konvansiyonel yöntemle opere edilen olgulara göre farklılık göstermediği görülmektedir. Bir yılın sonunda sinüs ritminde olan olguların %89'unda ekokardiyografik olarak sol atriyum kontraksiyonu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Gerçekleştirilen ablasyon olgularının kardiyak patolojilere göre dağılımı

Kardiyak Patoloji	Sayı
MKR	95
MKT	43
MKR + TP	20
MKR + AKR	14
AKR	17
ACBG	25
ACBG + MKR	6
ASD	5

ACBG- aortkoroner baypas, AKR- aort kapak replasmanı, ASD- atriyal septal defekt
MKR- mitral kapak replasmanı, MKT- mitral kapak tamiri, TP- triküspid tamiri



Şekil 2. Sol atriyum endokardında gerçekleştirilen ablasyon hatları

A- kesilimsiz ve dikilmiş kulakçık, B- koroner sinüse uzayan ablasyon çizgisi, LPVs- sol pulmoner venler, MK- mitral kapak, P2- mitral kapak arka yaprakçık, ikinci segment, P3- mitral kapak arka yaprakçık, üçüncü segment, RPVs- sağ pulmoner venler

Komplikasyonlar: İki yüz yirmi bes olguluk seride 4 olgu kaybedildi (%1.8). Olguların üçü düşük kardiyak debi, bir tanesi akciğer enfeksiyonu nedeniyle kaybedildi. Uygulanan ablasyon tekniğine bağlı özofagus hasarı veya koroner arter hasarı gözlenmedi. İki olgu atriyal kulakçıktan kaynaklanan kanama nedeniyle erken dönemde revizyona alındı. Dört olgu da işlem sonrası ortaya çıkan sağ atriyal flutter perkütan kateter ablasyon ile tedavi edildi. Üç olguda üçüncü derecede AV blok nedeniyle kalıcı kalp pili takılması gerekti. Her üç olguya da biatriyal ablasyon uygulanmıştı.

Operasyon Sonrası İlaç Protokolü

Gerek cerrahi Maze gerekse enerji kaynakları kullanılarak gerçekleştirilen işlemlerde ilk altı aylık dönemin ritm açısından oldukça kaotik olduğu gözlenmiştir. Bu dönemde olgularda %45'lere varan AF atakları gözlenebilmektedir. Bu olay artmış katekolamin seviyelerine ve atriyal doku ödemeine bağlı olarak refrakter sürenin ciddi ölçüde kısalmasına bağlanmıştır. Bu nedenle ablasyon işlemi sonrası altı aylık dönemde refrakter süreyi etkileyecek anti-aritmik tedavi önerilmektedir. Biz de kliniğimizde bu amaçla amiodaron kullanmaktayız.

Güncel Sorular ve Uygulamalar

Epikardiyal ablasyon

Son yıllarda bazı merkezler, pulmoner venlerin etrafından epikardiyal olarak dolaştırılan bir ablasyon sistemi ile uygulanan ve genellikle mikrodalga ve RF enerjisinden yararlanan sistemler üzerinde çalışmaya başlamışlardır. Epikardiyal ablasyonda temel amaç, KPB'tan kaçınmaktır. Bu sistem, özellikle çalışan kalpte revaskülarizasyon planlanan AF'li olgular için ideal bir seçenek oluşturmaktadır. Bu teknikte, bir yıllık %77'ye varan başarı oranları bildirilmiştir. Ancak mitral kapak ameliyatı planlanan AF'li olgularda KPB kullanımını kaçınılmaz olduğu için, epikardiyal ablasyon bu alanda bir yenilik getirmemektedir. Ayrıca, sol atriyumda trombus şüphesi olan olgularda sistemin kullanımı sakıncalıdır. Son zamanlarda kullanıma giren bipolar kalemlerin epikardiyal uyg-

lamaları yaygınlaştıracağı düşünülmektedir. Gerek epikardiyal ablasyonun, gerekse bu amaçla kullanılan mikrodalga sistemlerinin uzun dönem sonuçları bilinmemektedir (31, 32).

Oluşturulan lezyonlar tam kat mı?

Şu ana kadar klinik kullanımda olup sonuçları yayınlanan cihazların çoğu ünipoler sistemlerdir. Kullanılan ünipoler enerji sistemleri ile tam kat lezyon elde edildiğinden emin olmak mümkün değildir. Bu nedenle, bipolar sistemlere doğru bir geçiş söz konusu olmaktadır. Bazı yazarlar bir yıllık sonuçların uzun dönemde korunmasını tam kat lezyon oluşturulamamasına bağlarken, kimileri de lezyonun tam kat olmasının şart olmadığını savunmaktadır.

Bipolar olarak adlandırılan daha yeni sistemlerin en önemli özellikleri kısa sürede atriyum dokusunda tam kat lezyonlar oluşturabilmeleridir. Bunun yanı sıra bazı cihazlarda bulunan 'feedback sistemi' sayesinde tam kat lezyon oluşumu anında gösterilebilmektedir. Bu avantajlara rağmen bipolar sistemlerle ilgili kullanım tecrübesi henüz kısıtlıdır.

Sol atriyal yaklaşım yeterli mi?

Atriyal fibrilasyonun bir başlangıç (trigger), bir de devam etmesini sağlayan (wavelet) iki mekanizması olduğu tezi genel kabul görmektedir. Paroksizmal, persistan ve permanent (kalıcı) diye sınıflanan aritmide paroksizmal AF'de birinci, diğer ikisinde ise her iki mekanizmanın birden etkili olduğu düşünülmektedir. Bu görüşe dayanarak paroksizmal AF'de pulmoner ven izolasyonunun yeterli olacağı, kalıcı AF'de ise iyi bir sonuç için daha kapsamlı bir girişimin gerektiği düşünülmektedir.

İşlemi basitleştirmek amacı ile sadece sol atriyuma yönelik ablasyon yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlardan sadece basit pulmoner ven izolasyonu uygulanan olgularda sinüs ritmine dönme oranı Maze ameliyatının sol atriyal komponentini uygulayan paternlere göre daha az başarılı olmaktadır. Ancak hepsinde ortak nokta, işlem sonrası sağ atriyumdan kaynaklanan flutter insidansının bi-atriyal Maze uygulanan olgulara oranla daha fazla olmasıdır. Bugün genelde kabul edilen konsept, daha önceden bel-

Tablo 2. Olguların değişik ablasyon yöntemlerine göre zaman içindeki ritm durumları

Cerrahi Yöntem	Ritm, %	OÇ	12 ay	24 ay	36 ay	48 ay
Ünipoler Bi-atriyal	S.R.	98	83	78	74	2
	AF	2	12	17	21	5
	D.		5*	5*	5*	3*
Ünipoler Sol Atriyal	S.R.	96	79	75	73	72
	AF	4	17	23	26	27
	D.		4*	2*	1*	1*
Ünipoler Minimal İnvazif	S.R.	98	88	81	79	-
	AF	2	12	19	21	-
	D.					-
Bipolar	S.R.	98	79	-	-	-
	AF	2	21	-	-	-
	D.			-	-	-

*atriyal flutter, bloklu ritm, kalıcı kalp pili
AF- atriyal fibrilasyon, D- diğer, OÇ- operasyon çıkışı, SR- sinüs ritmi

gelenmiş atriyal flutter hikayesi olan olgularda bi-atriyal ablasyonun tercih edilmesi gerektiği, bunun dışındaki olgularda sol atriyumda yapılacak ve Maze konseptine uygun bir ablasyonun yeterli olduğu şeklindedir. Gerçekten de yapılan çalışmalarda sol ve iki taraflı işlemler arasında bir yıl sonunda sinüs ritmi sağlanması yönünden fark bulunmamıştır (33, 34).

Endikasyon ve Kontrendikasyonlar

Maze III ameliyatı ilk başlarda sadece kalıcı AF'si olup, organik başka lezyonu olmayan olgularda uygulanmıştır. Tek başına AF olarak adlandırılan bu grupta ameliyat endikasyonları şu şekilde sıralanabilir:

- 1.İlaç tedavisine yanıtız ileri derecede semptomatik olgular
- 2.Atriyal fibrilasyona bağlı sistemik emboli hikayesi
- 3.İlaç tedavisini tolere edemeyen semptomatik olgular

Günümüzde genel kabul gören görüş, altı aydan uzun süreli kronik AF'si olup, açık kalp ameliyatı planlanan olguların cerrahi ablasyon işlemi için aday olduklarıdır.

Kontrendikasyonlar

Kesin

- a.Hasta sinus sendromu
- b.Sol atriyum duvar kalsifikasyonu
- c.Aktif endokardit

Kısmi

- a.İleri derecede bozuk sol ventrikül fonksiyonu
- b.İleri derecede doku yapışıklıkları, reoperasyon.

İşleme bağlı komplikasyonlar

Orijinal Maze III operasyonu ile görülen en önemli komplikasyonlar, KPB ve aort klempe sürelerinin uzamasına bağlı düşük debi sendromu, kanama ve kalıcı kalp pili gereksinimidir. Ayrıca, atriyum kulakçıklarının kesilmesine bağlı atriyal natriüretik hormon salınımında azalma; buna bağlı ameliyat sonrasında diüretik ihtiyacının artması, operasyona bağlı diğer yan etkilerdir.

Alternatif enerji kaynaklarıyla gerçekleştirilen ablasyon işlemlerinde, şu ana kadar üç önemli komplikasyon saptanmıştır. Bunlardan en önemlisi özofagus hasarıdır (35). Kuru enerji sistemleri yerine irigasyonlu sistemlerin kullanılması, ablasyon paterninin pulmoner venlerin dışında kalacak şekilde revize edilmesi ve işlem öncesinde transözofajiyal ekokardiyografi probunun geri çekilmesi ile bu komplikasyonlar önemli ölçüde azalmıştır. Ayrıca, ilk serilerde bildirilen koroner arter hasarı ve kanama gibi komplikasyonlar da ablasyon paterninin revize edilmesi, ablasyon işleminin kapak işleminden önce tamamlanması gibi önlemlerle en aza indirgenmiştir.

İşlem sonrası kalıcı kalp pili gereksiniminin en önemli sebebi hasta sinüs sendromudur. Bu nedenle bu gruptaki hastaların önceden tespit edilmesi büyük önem kazanmaktadır. Ayrıca sağ tarafta istmus bölgesinde yapılan ablasyon sonrası kalıcı pil gereksiniminin daha fazla olduğu bildirilmektedir. Bizim klinik tecrübemiz de aynı yönde olmuştur.

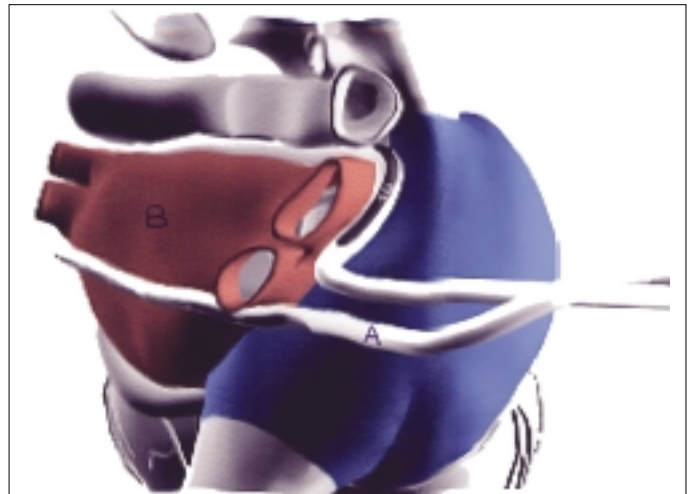
Minimal invazif girişimler ve Maze operasyonu

Kalp cerrahisinde minimal invazif yöntemlerin yaygınlaşması ile Maze operasyonunu ufak insizyonlarla veya KPB kullanmadan uygulama fikri ortaya atıldı. Minimal invazif yöntemler kullanarak uygulanan Maze ameliyatının sonuçlarını, ilk olarak Dr. Cox yayınladı ve bu tekniğe mini-Maze operasyonu adını verdi (36). Daha

sonra Dr. Mohr ve ark., Port Access™ tekniğini kullanarak gerçekleştirdikleri kombine ablasyon ve mitral kapak işlemlerini yayınladılar (37). Bu teknik ile KPB femoral arter ve ven aracılığı ile sağlanmakta ve kalbe sağ mini torakotomi ile ulaşılmaktadır. Chitwood klempe ile aorta klempe edilip antegrad kardiyopleji ile kalp durdurulur. Sol atriyum interatriyal bileşkeden açıldıktan sonra ablasyon işlemine başlanır. Doktor Mohr'un serisinde bir yılın sonunda olguların % 72'sinin sinüs ritmine olduğu bildirilmektedir. Ancak bu seride %3 oranında özofagus rüptürü ve %2 oranında koroner arter (sirkumfleks) hasarı bildirilmiştir. Kliniğimizde benzer yöntemlerle opere edilen olguların bir yılın sonunda %80 oranında sinüs ritminde olduğu gözlenmiştir (38). Bizim serimizde Dr. Mohr'un serisinde gözlenen komplikasyonlara rastlanmamıştır. Bunda en önemli etken kullanılan ablasyon sistemlerinin farklı olmasıdır. Kliniğimizde irigasyonlu RF (Cardioblate, Medtronic) enerjisi kullanılırken bahsi geçen seride kuru RF (Osyka) enerjisi kullanılmıştır. Yine aynı seride ablasyon paterni pulmoner venlerin çok yakınından geçmektedir. Bilindiği gibi bu bölge atriyum dokusunun en ince olduğu bölgedir. Dünyada 2005 yılı itibarıyla yıkamalı RF enerjisi kullanılarak gerçekleştirilen otuz bin ablasyon vakasında bahsi geçen komplikasyonlar gözlenmemiştir (38-40).

Atriyal fibrilasyonun minimal invazif cerrahi yöntemler kullanılarak tedavisinde son yıllardaki en önemli gelişmelerden biri mikrodalga enerjisi kullanılarak çalışan kalpte gerçekleştirilen endoskopik ve robotik işlemlerdir (41, 42).

Teknik: Tek akciğer solunumu altında da Vinci (Intuitive Surg.) robotik sisteminin sol kolu üçüncü, sağ kolu beşinci, kamerası dördüncü interkostal aralık orta aksiler çizgiden sağ toraks boşluğuna yerleştirilir. Perikard robotik kollar yardımı ile sağ frenik sinirin üzerinden ve sinire paralel olarak açılır. Vena kava superiyor, vena kava inferiyor ve interatriyal bileşke serbestleştirilir. Disseksiyona sağ pulmoner arter ve sol atriyum tavanı arasında devam edilir. Mikrodalga kalemi (Flex 10, Afx Inc.) ön aksiler çizgi dördüncü interkostal aralıktan yerleştirilen bir port vasıtasıyla göğüs boşluğuna ulaştırılır. Kalemin ucu superiyor vena kava'nın altından geçirilerek sağ pulmoner arter ve sol atriyum arasındaki plandan ilerletilir. Bu işleme kalemin ucu transvers sinüsten geçip inferiyor vena kava'nın üstünden görü-



Şekil 3. Mikrodalga enerjisi ile pulmoner venlerin etrafında gerçekleştirilen ablasyon (kutu lezyon)

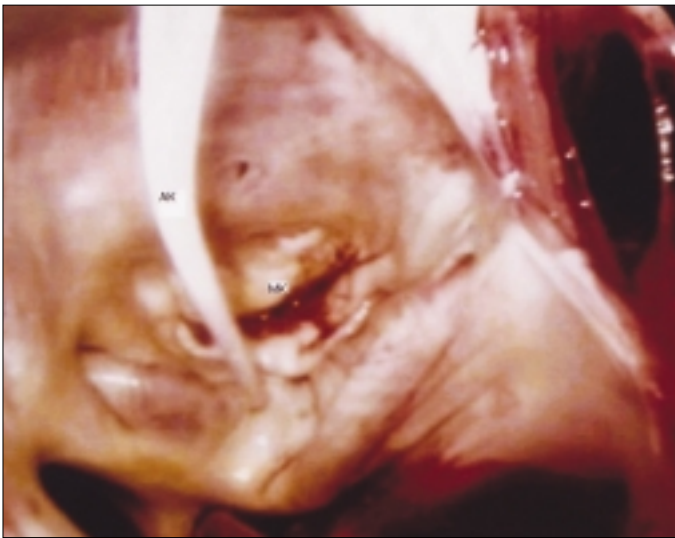
A- mikrodalga kalemi, B- sol atriyum

nene kadar devam edilir. Bu şekilde Flex 10 kalemli pulmoner venlerin dördünü dönecek şekilde yerleştirilmiş olur (Şekil 3) ve ablasyon işlemi gerçekleştirilir. Bu teknik ile 6 aylık sürede sinüs ritminin tesisi %80 olguda sağlanmıştır, ancak olgu sayısı sınırlı olduğu için kesin bir yorumda bulunmak mümkün değildir (42). Tekniğin en önemli avantajı çalışan kalpte epikardiyal olarak sternotomiye gerek duyulmadan yapılabilmesidir. Ancak sadece 'kutu lezyon' diye nitelendirilen pulmoner ven izolasyonu yapılabilmesi ve Maze lezyonlarının tam olarak gerçekleştirilememesi yöntemin eksikliğidir. Ayrıca kalemın enerji veren yüzünün atriyum dokusuna doğru bakması komşu organlara hasar verilmemesi açısından çok önemlidir. Teknik için en önemli endikasyon tek başına paroksizmal AF'li olgulardır. Mitral kapak hastalığı nedeniyle ameliyat edilen olgularda neredeyse %80 oranında kronik AF olduğu düşünülecek olursa, kullanılan ablasyon kalemlerinin minimal invazif yaklaşımlara göre tasarlanmış olmasının önemi ortaya çıkmaktadır (Resim 1 ve 2).

Bipolar ablasyon kalemlerinin yaygınlaşması ile çalışan kalpte median sternotomi veya çift taraflı ufak torakotomi ile ablasyon



Resim 1. Kliniğimizde uygulanan minimal invazif (sağ mini torakotomi ile) radyofrekans ablasyon tekniği

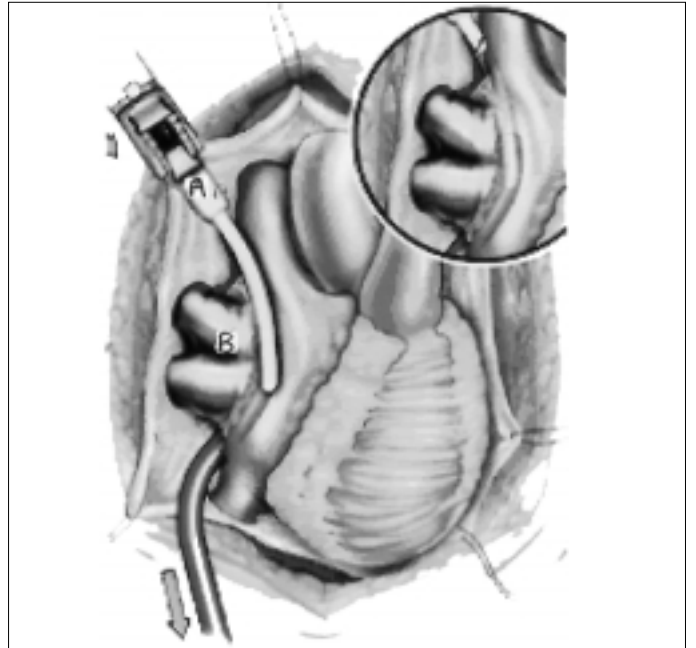


Resim 2. Minimal invazif teknikle gerçekleştirilen ablasyon sırasında sol atriyumun endoskopik görüntüsü

AK- ablasyon kalem, MK- mitral kapak

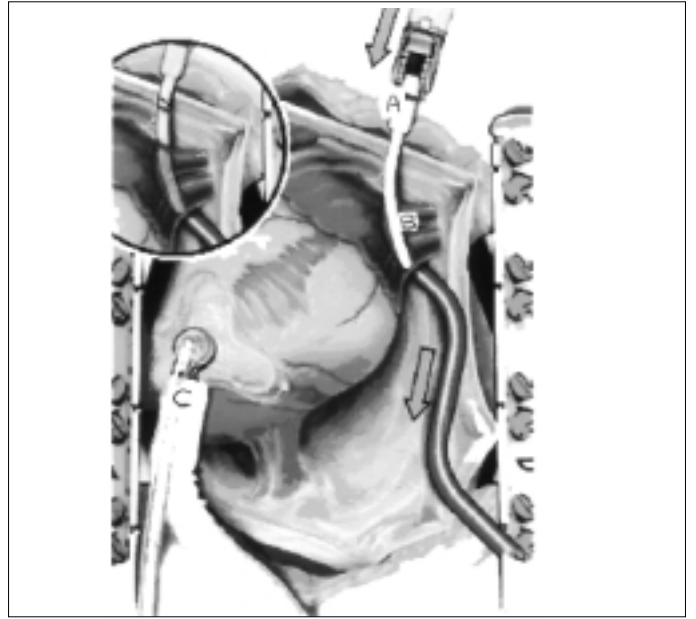
yapılması gündeme gelmiştir. Biz de kliniğimizde çalışan kalpte baypas operasyonu uyguladığımız 14 olguda bipolar kalem (Cardioblate BP) kullanarak RF ablasyon işlemi gerçekleştirdik.

Teknik: Öncelikle çalışan kalpte baypas işlemi gerçekleştirilir. Daha sonra vena kava inferiyor, sağ alt pulmoner ven serbestleştirilir. Serbestleştirme işlemi sağ üst pulmoner ven ve sağ pulmoner arter arasında tekrarlanır. Bipolar ablasyon kleminin alt bacağı her iki sağ pulmoner veni içine alana kadar sağ üst pulmoner venden sağ alt pulmoner vene doğru ilerletilir. Klemp kapatıldığında pulmoner venler arada kalmış olur ve ablasyon işlemi gerçek-



Şekil 4. Çalışan kalpte gerçekleştirilen bipolar ablasyon tekniği

A- bipolar ablasyon klemp, B- sağ pulmoner venler



Şekil 5. Çalışan kalpte sol pulmoner venleri izole etmek için kullanılan yöntem

Starfish NS Apikal vakum cihazı

A- Bipolar ablasyon kalem, B- sol pulmoner venler

leştirilir (Şekil 4). Sol pulmoner venlere ulaşabilmek için kalbin apeksine yerleştirilen özel vakum cihazından (Starfish, Medtronic) yararlanır. Bu cihaz yardımı ile kalp apeks bölgesinden kaldırılarak yukarı ve hastanın sağ omzuna doğru çekilir ve sol pulmoner venler ortaya çıkarılır. Daha sonra sol üst pulmoner ven ve sol pulmoner arter arası serbestleştirilir. Sol pulmoner venler bipolar klempin iki bacağı arasına alındıktan sonra ablasyon işlemi gerçekleştirilir (Şekil 5). Aynı şekilde sol atriyal kulakçığa ablasyon yapıldıktan ve kulakçık bağlandıktan sonra işleme son verilir. Erken sonuçlar ümit verici olmakla beraber bu teknikte sadece pulmoner ven izolasyonu yapılabilmesi sınırlayıcı bir faktördür. Ancak geliştirilen yeni ablasyon kalemleri ile bu eksikliğin giderilmesine çalışılmaktadır.

Sonuç

Teknolojik gelişmeler ve alternatif enerji kaynakları ile gerçekleştirilen cerrahi ablasyon atriyal fibrilasyonun cerrahi tedavisinin orijinal Maze operasyonunun uygulandığı birkaç merkez ile sınırlı kalmasını engellemiş ve kalp cerrahlarının bu konuya ilgisini yeniden canlandırmıştır. Orijinal Maze operasyonu ile son 10 yılda yaklaşık beş bin olgu opere edilmesine karşın cerrahi ablasyon uygulanan hasta sayısı otuz binin üzerindedir. Türkiye’de bu sayının 850 civarında olduğu tahmin edilmektedir. Cerrahi ablasyon ile bildirilen başarı oranları orijinal Maze III operasyonuna göre biraz daha düşük olmakla beraber tekniğin kolaylık, hız ve kombine cerrahi işlemlerde uygulanabilirlik gibi avantajları cerrahlar arasında tercih nedeni olmuştur. İlk uygulamalar sırasında ortaya çıkan özofagus ve koroner arter hasarı gibi komplikasyonlar yıkamalı ve bipolar sistemlerin yaygınlaşması ve ablasyon çizgilerinin modifiye edilmesi ile çok azalmıştır. Orijinal Maze III operasyonu her iki atriyumda gerçekleştirilen bir işlem olmasına karşın son yıllarda sadece sol atriyumu içeren cerrahi ablasyon işlemleri yaygın olarak uygulanmaya başlamıştır. Gerçekten de son bilgilerimiz sol atriyumla sınırlı, endokardiyal veya epikardiyal bir ablasyon işleminin kombine girişim planlanan pek çok olguda tatmin edici sonuçlar verdiği şeklindedir (33, 40).

Robot teknolojisinin kalp cerrahisinde ve AF'nin cerrahi tedavisinde kullanıma girmesi ile gelişmeler yeni bir boyut kazanmaktadır. Yeni geliştirilen kateter sistemleri ile mikrodalga enerjisi kullanılarak tamamıyla endoskopik olarak pulmoner ven izolasyonu mümkün olmuştur. Endoskopik ve robotik teknikler tek başına AF'li olgularda perkütan tekniklere önemli bir alternatif teşkil etmektedirler. Perkütan tekniklerdeki gelişmeler göz önüne alındığında yakın gelecekte tek başına AF'li olgular için minimal invazif cerrahi ve kateter teknikleri arasında ciddi bir rekabet görülmesi şaşırıcı olmayacaktır (6, 7). Bipolar ve minimal invazif tekniklere uygun ablasyon kalemlerinin gelişmesine paralel olarak cerrahi ablasyon kombine girişimler için ideal seçenek olma konumunu koruyacaktır.

Kaynaklar

1. Feinberg WM, Blackshear JL, Laupacis A, Kronmal R, Hart RG. Prevalence, age and distribution of patients with atrial fibrillation. Analysis and implications. Arch Intern Med 1995; 155: 469-73.
2. Wolf PA, Abbot RD, Kannel WB. Atrial fibrillation as an independent risk factor for stroke. The Framingham Study. Stroke 1991; 22: 983-8.
3. Adalet K. Atriyal fibrilasyonun güncel farmakolojik tedavisi. Türk Kardiyol Dern Arş 2002; 30: 104-18
4. Bando K, Kobayashi J, Kosaka Y, Hirata M, Sasako Y, Nakatani S, et al. Impact of Cox maze procedure on outcome in patients with atrial fibrillation and mitral valve disease. J Thorac Cardiovasc Surg 2002; 124: 575-83.
5. Wyse DG. In the wake of the AFFIRM trial: What we still don't know about the management of atrial fibrillation and where we need to go. Card Electrophysiol Rev 2003; 7: 130-5.
6. Pappone C, Rosanio S, Augello G, Gallus G, Vicedomini G, Mazzone P, et al. Mortality, morbidity and quality of life after circumferential pulmonary vein ablation for atrial fibrillation: outcomes from a controlled non-randomized long-term study. J Am Coll Cardiol 2003; 42: 185-97.
7. Macle L, Jais P, Scavee C, Weerasooriya R, Shah DC, Hocini M, et al. Electrophysiologically guided pulmonary vein isolation during sustained atrial fibrillation. J Cardiovasc Electrophysiol 2003; 14: 255-60.
8. Cox JL. Surgery for atrial fibrillation. In: Hanley M, editor. Cardiac Surgery: State of the art reviews. Philadelphia: Hanley and Belfus Inc; 1990. p.207.
9. Guiraudon G, Campbell CS, Jones DL, McLellan DG, Macdonalds JL. Combined sino-atrial node atrioventricular isolation: a surgical alternative to his bundle ablation in patients with atrial fibrillation. Circulation 1985; 72: 220-4.
10. Guiraudon G, Klein GJ, Sharma AD, Yee R. Use of old and new anatomic, electro physiologic and technical knowledge to develop operative approaches to tachycardia. In: Brugada P, Wellens HJJ, editors. Cardiac Arrhythmias: Where to go from here? Mount Kisco: Futura Publishing Co; 1987. p.639-45.
11. Leitch JW, Klein G, Yee R, Guiraudon G. Sinus node and atrio-ventricular isolation: long term results with the "Corridor" operation for atrial fibrillation. J Am Coll Cardiol 1991; 17: 970-5.
12. Guiraudon GM. The surgical treatment of atrial fibrillation. Herz 1993; 18: 51-9.
13. Cox JL. The surgical treatment of atrial fibrillation. IV. Surgical technique. J Thorac Cardiovasc Surg. 1991; 101: 584-92.
14. Cox JL, Schuessler RB, D'Agostino HJ Jr, Stone CM, Chang BC, Cain ME, et al. The surgical treatment of atrial fibrillation. III. Development of a definitive surgical procedure. J Thorac Cardiovasc Surg 1991; 101: 569-83.
15. Cox J. Surgical treatment of arrhythmias. In : Edmunds HL, editor. Cardiac Surgery in the Adult. Boston: Blackwell Medical Sciences; 1998. p.780-95.
16. Haissaguerre M, Fischer B, Labbe T, Lemetayer P, Montserrat P, d'Ivernois C, et al. Frequency of recurrent atrial fibrillation after catheter ablation of overt accessory pathways. Am J Cardiol 1992; 69: 493-7.
17. Sueda T, Imai K, Ishii O, Orihashi K, Watari M, Okado K. Efficacy of pulmonary vein isolation for the elimination of chronic atrial fibrillation in cardiac valvular surgery. Ann Thorac Surg 2001; 71: 1189-93.
18. Yamauchi S, Ogasawara H, Saji Y, Bessho R, Miyagi Y, Fujii M. Efficacy of intraoperative mapping to optimize the surgical ablation of atrial fibrillation in cardiac surgery. Ann Thorac Surg 2002; 74: 450-7.
19. Kress DC, Krum D, Chekanov V, Hare J, Eljhi K, Yamamoto F. Improved success rate of the maze procedure in mitral valve disease by new criteria for patient selection. Eur J Cardiothorac Surg 1998; 13: 247-52.
20. Usui A, Inden Y, Mizutani S, Takagi Y, Akita T, Ueda Y. Repetitive atrial flutter as a complication of the left-sided simple maze procedure. Ann Thorac Surg 2002; 73: 1457-9.
21. Patwardhan AM, Dave HH, Tamhane AA, Pandit SP, Dalvi BV, Golam K, et al. Intraoperative radiofrequency microbipolar coagulation to replace incisions of maze III procedure for correcting atrial fibrillation in patients with rheumatic heart disease. Eur J Cardiothorac Surg 1998; 12: 627-33.

22. Manasse E, Barbone A, Faletta F, Gallotti R. Microwave ablation of atrial fibrillation in conjunction with treatment of early postoperative massive left atrial thrombosis. *Interactive CardioVasc Thorac Surg* 2003; 2: 16-9.
23. Lee JW, Choo J, Kim K, Song JM, Sonh H, Song MG. Atrial fibrillation surgery simplified with cryoablation to improve left atrial function. *Ann Thorac Surg* 2001; 72: 1479-83.
24. Melo J, Adragao P, Neves J, Ferreira MM, Pinto MM, Rebocho MJ, et al. Surgery for atrial fibrillation using radiofrequency catheter ablation: Assessment of results at one year. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999; 15: 851-5.
25. Williams RM, Stewart RJ, Bolling FS, Freeman S, Anderson JT, Argenziano M, et al. Surgical treatment of atrial fibrillation using radiofrequency energy. *Ann Thorac Surg* 2001; 71: 1939-44.
26. Pasic M, Bergs P, Muller P, Hofmann M, Grauhan O, Kuppe H, et al. Intraoperative radiofrequency maze ablation for atrial fibrillation. The Berlin Modification. *Ann Thorac Surg* 2001; 72: 1484-91.
27. Sie HT, Beukema WP, Misier RR, Elvan A, Ennema J, Wellens HJJ. The radiofrequency modified maze procedure. A less invasive surgical approach to atrial fibrillation during open heart surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001; 19: 443-7.
28. Sie H, Beukema WP, Elvan A, Misier RR, Ennema J, Haalebos NMP. Radiofrequency modified maze in patients with atrial fibrillation undergoing concomitant cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001; 122: 249-56.
29. Khargi K, Deneke T, Haardt H, Lemke B, Grewe P, Muller KM, et al. Saline irrigated cooled tip radiofrequency ablation is an effective technique to perform the maze procedure. *Ann Thorac Surg* 2001; 72: S1090-5.
30. Güden M, Akpınar B, Sanisoğlu İ, Sağbaş E, Bayındır O. Intraoperative saline-irrigated radiofrequency modified maze procedure for atrial fibrillation. *Ann Thorac Surg* 2002; 74: 1301-6.
31. Benussi S, Pappone C, Nascimbene OG, Oreto G, Caldarola A, Stefano PL, et al. A simple way to treat atrial fibrillation during mitral valve surgery: the epicardial radiofrequency approach. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000; 17: 524-9.
32. Melo J, Adrago P, Neves J, Ferreira M, Timóteo A, Santiago T, et al. Endocardial and epicardial radiofrequency ablation in the treatment of atrial fibrillation with a new intraoperative device. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000; 18: 182-6.
33. Güden M, Akpınar B, Çaynak B, Turkoglu C, Ozyedek Z, Sanisoglu I, et al. Left versus bi-atrial intraoperative saline irrigated radiofrequency modified maze procedure for atrial fibrillation. *Card Electrophysiol Rev* 2003; 7: 251-7.
34. Khargi K, Deneke T, Lemke B, Laczkovics A. Irrigated radiofrequency ablation is a safe and effective technique to treat chronic atrial fibrillation. *Interactive Cardiovasc Thorac Surg* 2003; 2: 241-5.
35. Gillinov AM, Petterson G, Rice TW. Esophageal injury during radiofrequency ablation for atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001; 122: 1239-40.
36. Cox JL. Ad. N: Minimally invasive Maze procedure. *Pacing Clin Electrophysiol* 2000; 23: 600-5.
37. Mohr FW, Falk V, Diegler A, Walther T, Van son JA, Autschbach R. Minimally invasive port-access mitral valve surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 115: 567-74.
38. Akpınar B, Güden M, Sağbaş E, Sanisoğlu İ, Bayındır O. Combined radiofrequency modified maze and mitral valve procedure through a port access approach. Early and mid term results. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003; 24: 223-30.
39. Güden M, Akpınar B, Sağbaş E, Sanisoğlu İ, Özbek U. A radiofrequency modified maze and valve procedure through a port access approach. *Heart Surg Forum* 2003; 6: 292-6.
40. Güden M, Akpınar B, Ergenoglu Sagbas E, Sanisoglu İ, Özbek U. Combined radiofrequency ablation and myxoma resection through a port access approach. *Ann Thorac Surg* 2004; 78: 1470-2.
41. Loulmet D, Patel N, Patel U, Frumkin WI, Santoni-Rugiu F, Langan MN, et al. First Robotic Endoscopic epicardial isolation of the pulmonary veins with microwave energy in a patient with chronic atrial fibrillation. *Ann Thorac Surg* 2004; 78: 24-5.
42. Reade CC, Johnson JO, Bolotin G, Freund WL Jr, Jenkins NL, Bower CE, et al. Combining mitral valve repair and microwave atrial fibrillation: techniques and initial results. *Ann Thorac Surg* 2005; 79: 480-4.