

## Mitral kapak replasmanı ile beraber unipolar radyofrekans ablasyonun atriyal fibrilasyon üzerine etkisi

### *Effect of Mitral Valve Replacement Associated with Unipolar Radiofrequency Ablation on Atrial Fibrillation*

Gündüz Yümün, Tamer Türk, Yusuf Ata, Derih Ay, Faruk Toktaş, Arif Gücü, Cüneyt Eriş, Şenol Yavuz

Bursa Yüksek İhtisas Hastanesi, Kalp Ve Damar Cerrahisi, Bursa

#### Özet

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı mitral kapak replasmanı uygulanan persistan atriyal fibrilasyonlu (AF) hastalarda unipolar radyofrekans ablasyon etkinliğinin araştırılmasıdır.

**Yöntem:** Çalışmamıza, Ocak 2010- Ocak 2012 tarihleri arasında kliniğimizde mitral kapak replasmanı uygulanan ve beraberinde sol atriyal ablasyon uygulanan 22 hasta dahil edildi. Hastaların postoperatif ve orta dönem kontrol 12 derivasyonlu EKG kayıtları geriye dönük olarak değerlendirildi. Hastaların operasyon sonrası 6 ay boyunca takip edilmesi planlandı.

**Bulgular:** Kardiyopulmoner bypass çıkışında 14 (%63,6) hastada normal sinüs ritmi sağlandı, 1 hasta geçici pace desteğinde olmak üzere 8 (36,3) hasta AF ile yoğun bakıma alındı. Erken dönemde 1 hasta düşük debi ve uzamış entübasyon nedeniyle kaybedildi. 1.ay sonunda 15 hasta (%71,4) sinüs ritminde, 6 hastada (% 28,6) atriyal fibrilasyon devam etmekteydi. Atriyal fibrilasyon ile takip edilen bir hastaya postoperatif 10. ayında kalıcı pace implante edildi. 6.ay sonunda tekrarlayan atriyal fibrilasyon olmadı.

**Sonuç:** Sol atriyal unipolar radyofrekans ablasyon tedavisinde elde edilen başarı literatür bulguları ile uyumlu olarak bulundu. Çalışmamız sonucunda, hasta yaşı ve pulmoner hipertansiyon postoperatif devam eden AF için prediktif olarak değerlendirilmştir.

#### Abstract

**Objective:** The aim of this study is to investigate the effectiveness of unipolar radiofrequency ablation in patients with persistent atrial fibrillation undergoing mitral valve replacement.

**Method:** Our study consists of 22 patients, who performed mitral valve replacement with associated left atrial ablation in our clinic between January 2010 and January 2012. Postoperative early and mid-term follow-up of the patients were retrospectively evaluated with 12-lead electrocardiographic recordings. The patients were followed up during 6-month period.

**Results:** After cardiopulmonary bypass, 14 (63.6%) patients maintained normal sinus rhythm, 8 patients including one patient with a temporary pace support has AF on time received to the intensive care unit. In the early period, one patient died due to low flow, and prolonged intubation. At the end of the first month, 15 (71.4 %) patients were in sinus rhythm, and 6 patients (28.6%) were with atrial fibrillation persisted. Followed by the tenth postoperative atrial fibrillation in a patient was implanted permanent pace. At follow-up 6th month, there was recurrent atrial fibrillation. **Conclusion:** The success achieved with the unipolar radiofrequency left atrial ablation was found to be consistent with the findings of the literature. In our study, patient age and pulmonary hypertension was evaluated as predictive of ongoing postoperative AF.

**Anahtar Kelimeler:** Atriyal fibrilasyon, Mitral kapak replasmanı, Radyofrekans ablasyon

**Keywords:** Atrial fibrillation, Mitral valve replacement, Radiofrequency ablation

#### Giriş

Atriyal fibrilasyon (AF) atriyumların normal sinüs ritminin kaybolmasına yol açacak şekilde hızlı ve düzensiz aktivasyonudur. Atriyal fibrilasyonun cerrahi tedavisi amacıyla; sol atriyal izolasyon prosedürü, his düğümünün kata ter ablasyonu, koridor prosedürü, pulmoner düğme izolasyonu, atriyal kompartman operasyonu ve son olarak iki kez modifiye edilen "MAZE III Prosedürü" geliştirilmiştir (1, 2). Fakat Maze prosedürü yüksek komplikasyon oranları ve

zaman alıcı olması nedeniyle günümüzde yerini radyofrekans (RF) ablasyon, mikrodalga, lazer, bipolar koter, kriyoablasyon gibi prosedürlere bırakmıştır (3).

Radyofrekans ablasyon için unipolar veya bipolar probalar geliştirilmiştir. Her iki teknik de sürekli ve transmural lezyon oluşturabilir (4). Radyofrekans ablasyon ile sol atriyumda Maze prosedüründeki lezyon tipleri oluşturularak kardiyak iletim yönlendirilmektedir (4, 5). Bu



lezyon tiplerinin tamamında pulmoner venlerin tamamen veya tama yakın izolasyonunu, sol atriyum apendiksini eksizyonunu veya dışlanmasını içerir.

Bu çalışmanın amacı, persistan atriyal fibrilasyonu olan ve mitral kapak replasmanı (MVR) uygulanan hastalarda izole sol atriyal monopolar radyofrekans ablasyonun etkinliğini incelemektir.

## Materyal ve Metod

### Hastalar

Çalışmaya kliniğimizde Ocak 2010- Ocak 2012 tarihleri arasında MVR ile birlikte izole sol atriyal radyofrekans ablasyon uygulanan 22 (14 kadın, 8 erkek) hasta dahil edildi. Endokarditi olan, sol atriyum duvarında kalsifikasyonu olan, aort kapak girişimi uygulanan, kronik renal yetmezlikli (kreatinin>1,5 mg/dl) ve acil cerrahi girişim uygulanan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Hastalar preoperatif ekokardiyografik olarak ejeksiyon fraksiyonu, sol atriyal çap, sol ventrikül sistol sonu çapı, sol ventrikül diyastol sonu çapı, pulmoner arter basıncı açısından değerlendirildi.

İntraoperatif ve postoperatif bulgular ve komplikasyonlar takip edildi. Operasyon sonrası tüm hastalar 72 saat süresince hasta başı monitörler (Datex-Ohmeda Instrumentarium, Helsinki, Finland) ile takip edildi. Tüm hastaların preoperatif, operasyon sonrası ikinci saate ve daha sonrasında taburcu olana kadar günlük 12 derivasyonlu EKG sonuçları kaydedildi. Persistan aritmilerin tümü 12 derivasyonlu EKG ile doğrulandı. Postoperatif 72 saatten sonra hastalar taburcu olana dek ritim bozukluğu açısından 4 saatte bir muayene edildi. Klinik olarak aritmi şüphesi olan hastalarda EKG kontrolü ve gerekirse sürekli monitörizasyona tekrar başlandı.

Beta-bloker, kalsiyum kanal blokerleri ve antihipertansif tedavi operasyon günü sonlandırılarak klinik durumu müsaade edenlerde operasyon sonrası birinci gün tekrar başlandı.

Elektrolit ve asit-baz dengesi kan gazı takipleri ile gerekli olursa tedavi edilerek normal sınırlarda tutuldu.

Tüm hastalar postoperatif 1. ayda ekokardiyografik olarak ve 12 derivasyonlu EKG ile tekrar kontrol edildi.

### Operasyon

Tüm hastalarda konvansiyonel medyan sternotomiye takiben, standart kardiyopulmoner bypass tesis edildi. Kross klemp sonrası ek cerrahi girişim olarak koroner arter baypas greftleme (CABG) uygulanan hastalarda sol inen meme arteri (LİMA) haricindeki distal baypas anastomozları uygulandı. Tüm hastalara sol atriyotomi ve sol atriyumunda trombüs bulunan vakalarda trombektomi uygulandı ardından mitral kapak rezeke edildi. Sol atriyal apendiksini cerrahi plikasyonunu takiben endokardiyal ablasyon için 7 bağımsız yakma bölgesi olan COBRA® Electrosurgical Unit fleksible monopolar ablasyon kateteri kullanıldı. Kateter ile ortalama 60 saniye süre ile 25–30 Watt radyofrekans enerjisi kullanılarak pulmoner venlerin çevresi lezyon oluşturularak izole edildi. İzole edilen bu iki adacık düz bir hat ile birleştirildi. Sol atriyum apendiksine ve mitral kapak posterior anulusa bu adacıklardan bir hatla lezyon oluşturularak prosedür tamamlandı. Ablasyon işleminden sonra cerrahi prosedüre devam edildi.

Kardiyopulmoner baypas sonrası tüm hastalara yükleme dozu olarak 5 mg/kg/saat amiodaron infüzyonu takibinde 10 mg/kg/gün idame infüzyonu başlandı. Daha sonrasında 7 gün boyunca günlük 3 kez 200mg oral tablet ve 7. gün sonrası 3. ay dolana dek günde bir kez 200mg oral tablet kullanılarak profilaksiye devam edildi.

### İstatistik

İstatiksel analizler Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, Chicago, IL, USA) programı kullanılarak yapıldı. Sonuçlar student t ve anova testleri ile değerlendirildi. Standart sapma değeri p<0,05 durumunda anlamlı kabul edildi.

### Bulgular

Çalışmamızda 14'ü kadın ve 8'i erkek, toplam 22 hastaya izole sol atriyal radyofrekans ablasyon uygulandı. Hastaların yaş ortalaması (54,9



± 11,3) idi. Ek cerrahi prosedür olarak 3 hastaya CABG, 4 hastaya triküspit anüloplasti uygulandı. Hastaların preoperatif klinik özellikleri Tablo 1'de özetlendi.

Hastaların tamamında mitral kapak hastalığı mevcuttu. 1 hastaya 10 yıl önce MVR uygulanmıştı. Dört hastada değişik derecelerde sol atriyal trombus mevcuttu. Hastaların tamamına sol atriyal ablasyon prosedürü uygulandı.

**Tablo-1.** Hastaların preoperatif demografik ve ekokardiyografik verileri.

Erkek / Kadın	8/14 (%36,3 -%63,
Ortalama yaş (yıl)	54,9 ± 11,3
EF (%)	55,3 ± 8,1
Mitral darlığı (n)	9 (% 41)
Mitral yetmezliği (n)	8 (% 37)
Miks Mitral hastalık (n)	5(%22)
Ek kardiyak hastalık(girişim yapılan) (n)	7(%31,8)
Sol ventrikül diyastol sonu çapı (cm)	4,9 ± 1,1
Sol ventrikül sistol sonu çapı (cm)	3,16 ± 1,1
Sol atriyum çapı (cm)	5,3 ± 1,2
Pulmoner arter basıncı (mmHg)	49,7 ± 30,3

EF: Ejeksiyon Fraksiyonu, n: sayı

Hastaların postoperatif ortalama yoğun bakım kalış süreleri 2,3 ± 2,1 gün, hastanede kalış süreleri 7,2 ± 2,4 gün oldu. Bir hasta düşük kardiyak debi nedeni ile postoperatif 10. gün kaybedildi.

Kardiyopulmoner baypas çıkışında 14 hasta normal sinüs ritmine dönmüşken, 7 hasta AF' de, 1 hasta geçici pace ritminde idi. KPB çıkışı sinüs ritminde olan 14 hastadan 5'inde yoğun bakım takibi süresince en uzun süresi 5 saat olan geçici AF gelişti. Bu hastalardan 1'ine elektromekanik kardiyoversiyon uygulandı. Postoperatif AF'si olan hastalardan 2'si postoperatif 5. ve 6. günlerde sinüs ritmine döndü. Taburcu olurken 15 hasta (% 71,4) sinüs ritminde, 6 hasta (%28,6) AF' de idi.

Ablasyon sonrası ritim değişiklikleri, pulmoner arter basıncı, yaş, cinsiyet, EF, sol atriyal çap, sol ventrikül sistolik ve diyastolik çapları kaydedildi (Tablo 1).

**Tablo 2:** post operatif AF ile prediktif faktörlerin karşılaştırılması.

Daha sonra MVR ve izole sol atriyal radyofrekans ablasyon uygulanan hastalarda yaş, cinsiyet, sol atriyal çap, sol ventrikül diyastol sonu çapı, sol ventrikül sistol sonu çapı, ejeksiyon fraksiyonu, artmış pulmoner arter basıncı [Pulmoner arter basıncı (PAP) hafif (25-40mmHg) orta (41-55mmHg) ve ileri (>55mmHg) olarak sınıflandırıldı] ve ek cerrahi girişim uygulanmasının postoperatif sinüs ritmine dönüş açısından prediktif değeri araştırıldı. Buna göre hasta yaşının>60 olması (p=0,04) ve ileri pulmoner arter basıncı (p=0,03) erken postoperatif dönemde sinüs ritmine dönüş açısından istatistiksel olarak anlamlı risk faktörü olarak kabul edildi. (Tablo 2.)

Erken dönemde unipolar RF uygulamaya bağlı komplikasyon görülmedi. Postoperatif atriyal fibrilasyonu olan 1 hastada sol dal bloğu gelişti. Hastalar postoperatif 1.ayında rutin takiplerine geldiklerinde EKG sonuçları kaydedildi. Altı hastanın AF ritminde idame ettiği tespit edildi. Yavaş ventriküler geçişli AF ritminde taburcu edilen bir hastaya postoperatif 10. ayda ventriküler taşikardi ve multiple pause atakları gelişmesi nedeniyle kalıcı pace implante edildi.

## Tartışma

Mitral kapak hastalığı ile kronik AF'nin birlikte olduğu durumlarda, sadece kapağa yönelik cerrahi girişim sonrası, olguların %80'inden fazlasında AF'nin sebat ettiği görülmüştür(6, 7). Ek organik kalp hastalığının varlığı Cox ve ark(1) raporlarında AF tedavisindeki başarıyı azaltmadığı bildirilmiş. Ancak çoğu seride, mitral kapak cerrahisinin Cox Maze III ile kombine edilmesi hastaların % 75-82'sinde AF'yi tedavi etmiştir (5, 8).

Maze Prosedürü yapısal kalp hastalığı ve AF olan hastalarda sinüs ritminin tesisinde oldukça etkili ve kabul görmüş bir yöntemdir (9). Ancak Maze yönteminin oldukça komplike olması, uzun sürmesi ve tecrübe gerektirmesi araştırmacıları daha basit ve minimal invazif yöntemler konusunda arayışa itmiştir.



Parametreler	Erken Postopeatif AF(n)	P	1. ay AF(n)	P
Yaş	60 ↓=2/14	0,03	60 yaş altı:1/14	0,04
	60 ↑ = 6/8		60 yaş üstü:5/7	
LA	5cm↓ =3/8	0,23	5cm↓ = 3/8	0,54
	5 cm↑=5/14		5 cm↑=3/13	
LVDSÇ	5,5cm↓ =8/18	0,10	5,5cm↓ =6/17	0,42
	5,5cm↑ =0/4		5,5cm↑ =0/4	
LVSSÇ	4cm↓ =7/19	0,92	4cm↓ =6/18	0,34
	4cm↑ =1/3		4cm↑ =0/3	
Cinsiyet	K =4/14	0,33	K =3/13	0,33
	E =4/8		E =3/84	
PAP	Hafif PHT =4/13	0,03	Hafif PHT =4/12	0,17
	Orta PHT =1/4		Orta PHT =0/4	
	İleri PHT=3/3		İleri PHT=2/3	
EF	%55↓=3/9	0,81	%55↓=2/8	0,40
	%55↑=5/13		%55↑=4/13	
Operasyon	MVR=6/15	0,27	MVR=5/14	0,30
	MVR+TA= 2/4		MVR+TA= 1/4	
	MVR+CABG= 0/3		MVR+CABG= 0/3	

EF: Ejeksiyon Fraksiyonu(%), PAP: Pulmoner arter basıncı, LVDSÇ: Sol ventrikül diyastol sonu çap, LVSSÇ: Sol ventrikül sistol sonu çap, LA: Sol atriyum çapı.

Haissaguerre ve ark.(10) paroksizmal AF'nin vakaların %94'ünde pulmoner venlerdeki ekto-pik atımlardan kaynaklandığını ortaya koymuş. Radyofrekans ablasyon 1980'lerin ortalarından bu yana perkütan katater aracılığıyla özellikle supraventriküler taşikardilerin tedavisinde kullanılmaktadır. Sol atriyal ablasyon ile AF tedavisi başarısı daha önceki yayınlarda %70–80 aralığında verilmiştir(11, 12). Ancak bu prosedür sonucunda sağ atriyal kaynaklı %10–15 oranında atriyal flutter görülebileceği ve bunun katater ablasyon ile kolayca tedavi edilebileceği bildirilmiştir(13, 14).

Çok sayıda çalışmada RF ablasyon sonuçlarının Cox-Maze prosedürüne yakın olduğunu ve sağ atriyumun prosedüre dahil edilmesinin anlamlı fark oluşturmadığını bildirmişlerdir(2, 15, 16). Çalışmamızda kardiyopulmoner baypas süresini kısa tutmak ve kalp bloklarından kaçınmak amacıyla yalnızca sol atriyal ablasyon uygulandı. Klinik tecrübemizde postoperatif 6'ncı ay kontrollerinde sinüs ritmi başarı oranı (%71,4) olarak tespit edildi. Bu daha önceki çalışmalara benzer görülmektedir. Başka kapak veya koroner arter hastalığı için ek kardiyak girişim varlığının AF tedavisinde anlamlı bir fark oluşturmadığı gözlemlendi (p=0,27).

Kamata ve ark (17) atriyal büyüklüğün başarıyı etkilediğini bildirmelerine rağmen, bu bulgu diğer araştırmacılar tarafından teyit edilmemiştir (5, 6). Yaptığımız analizlerde; operasyon türü, cinsiyet, EF ve kardiyak çap artışları: ablasyon sonrası AF görülmesi ile istatistiksel olarak anlamlı benzerlik taşımamaktadır. Ancak üç kademede değerlendirilen pulmoner arter basıncı ile AF arasında bir korelasyon gözlemlendi. Altmış yaş üstü hastalarda da erken dönem atriyal fibrilasyon görülme oranı daha fazla bulundu.

Preoperatif AF' nin, birçok çalışmada başarısızlık göstergesi olmayacağı orta dönem takipte çoğunun sinüs ritmine döneceği rapor edilmiştir (4, 18). Klinik tecrübemizde erken postoperatif dönemde 8 olan AF sayısı 1.ay kontrolünde 6 olarak tespit edildi. Bu hastaların 1'inde uzun dönem takibinde kalıcı pacemaker ihtiyacı duyuldu. Buna göre yapılan ablasyonun faydalı sonuçlarının geçici değil, uzun dönemde de faydalı olabileceğini gördük.

### Komplikasyonlar

Endokardiyal uygulamada karşılaşılan en fatal komplikasyon özafagus yaralanmasıdır(19).

Diğer bir komplikasyon ise kalıcı pacemaker gereksinimi duyulan ritim (nodal ritim, a-v tam blok.) bozukluğudur. Mohr ve ark (13) Çalışmasında 23(%9,8) hastaya pacemaker takılmıştır. Çalışmamızda 1(%4,5) hastaya kalıcı pace implante edildi. İleri yaşta ve ciddi pulmoner yetmezliği olan bir hastamız düşük kardiyak debi ve uzun entübasyon sonrasında hayatını kaybetti. Ablasyona bağlı başka bir komplikasyon gözlenmemiştir.

### Kısıtlamalar

Çalışmamızda en önemli kısıtlama hasta sayısının az olmasıdır ve hasta takip süresinin kısa ve orta dönem olmasıdır. Ancak klinik tecrübemiz her geçen gün artmakta ve özellikle mitral kapak tamirleri ile beraber yapılan ablasyon sonuçlarımızın daha da önem kazanacağı düşünüyoruz.

### Sonuç

Radyofrekans sol atriyal ablasyon AF'yi efektif bir şekilde tedavi etmede etkili bir yöntemdir. İşlem cerrahi prosedüre göre daha az zaman alıcı ve daha az komplikasyona oranına sahiptir. Ancak oluşturulan lezyon tipi ve prosedürün sadece sol atriymu içermesi konusunda halen tartışmalar devam etmektedir. Bu yöntem, uygun hasta profili seçildiğinde düşük maliyet ve düşük komplikasyon oranlarıyla popülaritesini arttırmaya devam etmektedir.

### Kaynaklar

1. 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 Apr;101(4):569-83.
2. Cox JL, Ad N, Palazzo T, Fitzpatrick S, Suyderhoud JP, DeGroot KW, et al. Current status of the Maze procedure for the treatment of atrial fibrillation. Semin Thorac Cardiovasc Surg. 2000 Jan;12(1):15-9.
3. Scheinman MM, Morady F, Hess DS, Gonzalez R. Catheter-induced ablation of the atrioventricular junction to control refractory supraventricular arrhythmias. JAMA. 1982 Aug 20;248(7):851-5.
4. Williams MR, Stewart JR, Bolling SF, Freeman S, Anderson JT, Argenziano M, et al. Surgical treatment of atrial fibrillation using radiofrequency

- energy. Ann Thorac Surg. 2001 Jun;71(6):1939-43; discussion 43-4.
5. Chen MC, Chang JP, Guo GB, Chang HW. Atrial size reduction as a predictor of the success of radiofrequency maze procedure for chronic atrial fibrillation in patients undergoing concomitant valvular surgery. J Cardiovasc Electrophysiol. 2001 Aug;12(8):867-74.
6. Sie HT, Beukema WP, Misier AR, Elvan A, Ennema JJ, Haalebos MM, et al. Radiofrequency modified maze in patients with atrial fibrillation undergoing concomitant cardiac surgery. J Thorac Cardiovasc Surg. 2001 Aug;122(2):249-56.
7. Handa N, Schaff HV, Morris JJ, Anderson BJ, Kopecky SL, Enriquez-Sarano M. Outcome of valve repair and the Cox maze procedure for mitral regurgitation and associated atrial fibrillation. J Thorac Cardiovasc Surg. 1999 Oct;118(4):628-35.
8. Raanani E, Albage A, David TE, Yau TM, Armstrong S. The efficacy of the Cox/maze procedure combined with mitral valve surgery: a matched control study. Eur J Cardiothorac Surg. 2001 Apr;19(4):438-42.
9. Cox JL, Schuessler RB, Lappas DG, Boineau JP. An 8 1/2-year clinical experience with surgery for atrial fibrillation. Ann Surg. 1996 Sep;224(3):267-73; discussion 73-5.
10. Haissaguerre M, Jais P, Shah DC, Takahashi A, Hocini M, Quiniou G, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. N Engl J Med. 1998 Sep 3;339(10):659-66.
11. Nitta T, Imura H, Bessho R, Hosaka H, Yamauchi S, Tanaka S. Wavelength and conduction inhomogeneity in each atrium in patients with isolated mitral valve disease and atrial fibrillation. J Cardiovasc Electrophysiol. 1999 Apr;10(4):521-8.
12. Sueda T, Nagata H, Orihashi K, Morita S, Okada K, Sueshiro M, et al. Efficacy of a simple left atrial procedure for chronic atrial fibrillation in mitral valve operations. Ann Thorac Surg. 1997 Apr;63(4):1070-5.
13. Mohr FW, Fabricius AM, Falk V, Autschbach R, Doll N, Von Oppell U, et al. Curative treatment of atrial fibrillation with intraoperative radiofrequency ablation: short-term and midterm results. J Thorac Cardiovasc Surg. 2002 May;123(5):919-27.
14. 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 May;73(5):1457-9.
15. McCarthy PM, Gillinov AM, Castle L, Chung M, Cosgrove D, 3rd. The Cox-Maze procedure: the Cleveland Clinic experience. Semin Thorac Cardiovasc Surg. 2000 Jan;12(1):25-9.
16. Arcidi JM, Jr., Doty DB, Millar RC. The Maze procedure: the LDS Hospital experience. Semin Thorac Cardiovasc Surg. 2000 Jan;12(1):38-43.
17. Kamata J, Kawazoe K, Izumoto H, Kitahara H, Shiina Y, Sato Y, et al. Predictors of sinus rhythm



- restoration after Cox maze procedure concomitant with other cardiac operations. *Ann Thorac Surg.* 1997 Aug;64(2):394-8.
18. 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 Nov;72(5):1484-90; discussion 90-1.
19. Doll N, Borger MA, Fabricius A, Stephan S, Gummert J, Mohr FW, et al. Esophageal perforation during left atrial radiofrequency ablation: Is the risk too high? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003 Apr;125(4):836-42.

