



Unipolar Radyofrekans Ablasyon Uygulamasının Erken ve Orta Dönem Sonuçları

Gündüz Yümün, Tamer Türk, Yusuf Ata, Faruk Toktaş, Osman Tiryakioğlu, Cüneyt Eriş, Engin Akgül, Şenol Yavuz

Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp Damar Cerrahisi Kliniği, Bursa

ÖZET

Unipolar radyofrekans ablasyon uygulamasının erken ve orta dönem sonuçları

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

Gereç ve 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. Birinci 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. Altıncı 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 değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Atriyal fibrilasyon, mitral kapak replasmanı, radyofrekans ablasyon

ABSTRACT

Early and mid-term results of application unipolar radiofrequency ablation

Objective: The aim of this study is to investigate the effectiveness of unipolar radiofrequency ablation in patients in whom valve replacement was performed for persistent atrial fibrillation.

Material and Methods: In our study 22 patients were included which had concomitant mitral valve replacement and left atrial ablation between January 2010-January 2012. Mid-term control and postoperative electrocardiography records of the patients were evaluated retrospectively. In addition, the effects of cardiac function on postoperative AF were investigated.

Results: After cardiopulmonary bypass, 14 (63.6%) patients maintained normal sinus rhythm, including one patient with the support of a temporary pace among 8 (36.3%) patients observed in the intensive care unit after replacement. 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, 6 patients (28.6%) had persistent atrial fibrillation. By the tenth postoperative month permanent pace maker was implanted to a patient with persistent atrial fibrillation. At the end of 6 th month he had no 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.

Key words: Atrial fibrillation, mitral valve replacement, radiofrequency ablation

Bakırköy Tıp Dergisi 2014;10:99-103

GİRİŞ

Atriyal fibrilasyon (AF) atriyumların normal sinüs ritminin kaybolmasına yol açacak şekilde hızlı ve düzen-

Yazışma adresi / Address reprint requests to: Gündüz Yümün
Bursa Yüksek İhtisas EAH, Kalp Damar Cerrahisi Kliniği, Bursa

Telefon / Phone: +90-224-360-5050

Elektronik posta adresi / E-mail address: gunduzyumun@yahoo.com

Geliş tarihi / Date of receipt: 26 Ağustos 2012 / August 26, 2012

Kabul tarihi / Date of acceptance: 7 Nisan 2014 / April 7, 2014

siz aktivasyonudur. Atriyal fibrilasyonun tedavisi amacıyla; sol atriyal izolasyon prosedürü, his düğümünün kate-ter ablasyonu, koridor prosedürü, pulmoner düğme izolasyonu, atriyal kompartman operasyonu ve son olarak iki kez modifiye edilen "MAZE III Prosedürü" geliştirilmiştir (1,2). Maze prosedürünün çok zaman alıcı olması ve komplikasyon oranının yüksek olması doktorları yeniliklere yönlendirmiştir.

Radyofrekans (RF), mikrodalga, lazer, bipolar koter, kriyoablasyon gibi yöntemler cerrahi işlem yerine kulla-

nılmaktadır (3). RF ablasyon için unipolar veya bipolar uygulama sağlayan çeşitli problemler geliştirilmiştir. Her iki teknik de sürekli ve transmural lezyon oluşturabilir (4). Radyofrekans ablasyon amacıyla çeşitli lezyon tipleri oluşturulmuştur (4,5). Bu lezyon tiplerinin tamamında pulmoner venlerin tamamen veya tama yakın izolasyonunu, sol atriyum apendiksini eksizyonunu veya dışlanmasını içerir. Sağ atriyal uygulamalar ise Cox Maze III prosedürüne benzer şekilde yapılır (6).

Bu çalışmanın amacı; kronik atriyal fibrilasyonu olan ve açık kalp ameliyatına alınan hastalarda intraoperatif olarak radyofrekans ablasyon uygulanan hastaların erken ve orta dönem sonuçlarında monopolar radyofrekans ablasyonun etkinliğini incelemektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamıza Ocak 2010-Ocak 2012 yılları arasında Mitral kapak hastalığı ile beraber AF'si olup; mitral kapak replasmanı ve sol atriyal ablasyon uygulanan 13'ü kadın, 22 hasta dahil edildi (Tablo 1). Kliniğimizde persistan AF bulunması ablasyon için endikasyon olarak belirlenmektedir. Endokarditi olan, öncesinde bilinen hasta sinüs sendromuna sahip, sol atriyum duvarında kalsifikasyon olan, ve ejeksiyon fraksiyonu düşük olan (EF<%25) hastalara ablasyon uygulanmamaktadır ve bu hastalar çalışma dışında bırakıldılar.

Hastaların dosya bilgilerinden hastaların demografik özellikleri, kardiyak çaplar, ejeksiyon fraksiyonu, preoperatif EKG retrospektif olarak tarandı. Postoperatif 12 derivasyonlu EKG sonuçları kaydedildi. Çalışmada elde edilen bilgiler ışığında postoperatif ve orta dönemde monopolar ablasyon sonrası AF sayısı ve AF'ye preoperatif verilerin etkileri araştırıldı.

Operasyontekniği: Median sternotomiye takiben, standart kardiyopulmoner bypass tesis edildi. Kross klemp sonrası sol atriyotomi yapıldı. Ablasyon işlemi standart kardiyopulmoner bypass altında, kross klemp sonrası primer cerrahi girişimden önce uygulandı. Beraberinde sol atriyal apendiks içeriden plike edildi.

Endokardiyal ablasyon uygulamak için 7 bağımsız yakma bölgesi olan COBRA® Electrosurgical Unit fleksible monopolar ablasyon kateteri kullanıldı. Ortalama 60 saniye süre ile 25-30 Watt radyofrekans enerjisi uygulandı. Sol atriyumda trombüs bulunan vakalarda trombekтоми yapıldı. Sonra pulmoner venlerin çevresinde kateter ile lezyon oluşturularak izole edildi. İzole edilen bu iki ada-

cık düz bir hat ile birleştirildi. Sol atriyum apendiksine ve mitral kapak posterior anulusuna bu adacıklardan bir hatla lezyon oluşturularak prosedür tamamlandı. Sol atriyal apendiksine internal ligasyon yapıldı. Ablasyon işleminin sonu mitral kapakla ilgili prosedüre geçildi.

Kross klemp sonrası her hastaya 600-800mg/gün amiodaron infüzyonu başlandı. Antiaritmik olarak amiodaron tedavisinin en az üç ay süreyle kullanılması önerildi. Her hastaya geçici epikardiyal pacemaker teli yerleştirildi. Hastalar antikoagulan ve antiaritmik tedavisi planlanarak taburcu edildiler. Taburcu sonrası ilk hafta ve ilk ay elektrokardiyografi ile takip edildiler. Post operatif 6. aydan sonra rutin kontrollerde elektrokardiyografi takipleri yapıldı.

Sonuçlar Student t ve Anova testleri ile değerlendirildi. Standart sapma değeri p<0.05 durumunda anlamlı kabul edildi. İstatistik programı olarak SPSS 16 kullanıldı.

Tablo 1: Hastaların preoperatif demografik ve ekokardiyografik verileri.

Erkek / Kadın	8/14 (%36.3 -%63.7)
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

BULGULAR

Çalışmamızda 14'ü kadın ve 8'i erkek, toplam 22 hastaya sol atriyal radyofrekans ablasyon yapıldı. Hastaların tamamında mitral kapak hastalığı mevcuttu. Bir hastaya 10 yıl önce mitral kapak replasmanı (MVR) uygulanmıştı. Hastalardan; 15'ine MVR, 3'üne MVR ve koroner arter bypass greftleme (CABG), 4'üne MVR ve triküspit anuloplasti uygulandı. Dört hastada değişik derecelerde sol atriyal trombüs mevcuttu. Hastaların tamamına sol atriyal ablasyon prosedürü uygulandı.

Hastaların postoperatif ortalama yatış süresi 2.3±2.1 (1-10) gün, hastanede kalış süreleri 7.2±2.4 (6-10) gün oldu. Bir hasta düşük kardiyak debi ve uzamış respiratör süresi sonrası postoperatif 10. gün hayatını kaybetti. Hastanın postoperatif ritmi AF idi.

Tablo 2: Post operatif AF ile prediktif faktörlerin karşılaştırılması

	Postoperatif AF(n)	İstatistik(P)	1. ay AF(n)	İstatistik (P)
Yaş	60 ↓=2/14 60 ↑ = 6/8	0.03	60 yaş altı:1/14 60 yaş üstü:5/7	0.04
LA	5cm ↓ =3/8 5 cm ↑=5/14	0.23 5 cm ↑=3/13	5cm ↓ = 3/8	0.54
LVDSÇ	5,5cm ↓ =8/18 5,5cm ↑ =0/4	0.10	5.5cm ↓ =6/17 5.5cm ↑ =0/4	0.42
LVSSÇ	4cm ↓ =7/19 4cm ↑ =1/3	0.92	4cm ↓ =6/18 4cm ↑ =0/3	0.34
Cinsiyet	K =4/14 E =4/8	0.33	K =3/13 E =3/84	0.33
PAP	Hafif PHT =4/13 Orta PHT =1/4 İleri PHT=3/3	0.03	Hafif PHT =4/12 Orta PHT =0/4 İleri PHT=2/3	0.17
EF	%55 ↓=3/9 %55 ↑=5%13	0,81	%55 ↓=2/8 %55 ↑=4%13	0.40
Operasyon	MVR=6/15 MVR+TA= 2/4 MVR+CABG= 0/3	0,27	MVR=5/14 MVR+TA= 1/4 MVR+CABG= 0/3	0.30

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

Kardiyopulmoner bypass (KPB) çıkışında 12 hasta normal sinüs ritmine dönmüşken, 7 hasta AF'de, 1 hasta pace ritminde idi. KPB çıkışı sinüs ritminde olan 12 hastadan 5'inde yoğun bakım takibi süresince AF gelişti. Bu hastalardan 1'ine elektromekanik kardiyoversiyon, 4'üne farmakolojik kardiyoversiyon uygulandı. Post operatif AF'si olan hastalardan 2'sinin taburcu olurken sinüs ritmine döndüğü görüldü. Taburcu olurken 15 hasta (%71.4) sinüs ritminde, 6 hasta (%33) AF'de idi.

Ablasyon sonucu ritim değişiklikleri, pulmoner arter basıncı, yaş, cinsiyet, EF, sol atriyal çap, sol ventrikül sistolik ve diyastolik çapları kaydedildi (Tablo 2).

60 yaş altında hastalarda postoperatif AF 2 hastada görülürken 60 yaş üstü hastalarda 6 hastada vardı. Bu hastalarda AF sayısı bir ay sonra sırasıyla 1 ve 5 oldu. Buna göre hastaların 60 yaş üstü olması postoperatif dönem atriyal fibrilasyon artışı için anlamlı olduğu görüldü.

Sol atriyum çapı 5cm'den az olan hastalarda AF 3/8 iken 5cm üstü atriyum çapı olan hastalarda 5/14 oldu. Bir ay sonraki takibinde ise AF sayıları sırasıyla 3/8 ve 3/13 olarak tespit edildi. Buna göre atriyum çapında artış AF sayısında artışa neden olmamaktadır.

Pulmoner arter basıncı (PAP) hafif (25-40mmHg) orta (41-55mmHg) ve ileri (55mmHg ↑) olarak sınıflandırıldı. Buna göre postoperatif AF sayıları; 4/13, 1/4, 3/3 ve 1 ay sonra AF sayıları sırasıyla 4/12, 0/4 ve 2/3 oldu. PAP art-

tıkça postoperatif AF anlamlı olarak daha sık görüldü.

Ejeksiyon fraksiyonu (EF) 55'ten fazla olanlarda postoperatif atriyal fibrilasyon oranı 5/13, düşük olanlarda 3/9 oldu. Bir ay sonraki takiplerde AF sayıları sırasıyla; 2/8 ve 4/13 oldu. EF'si %25'in altında olan hastalar çalışmada bırakıldı.

Operasyon türlerine göre; postoperatif AF sayısı yönünde anlamlı değişiklik gözlenmedi.

Erken dönemde unipolar RF uygulamaya bağlı komplikasyon görülmedi. Postoperatif atriyal fibrilasyonu olan 1 hastada sol dal bloğu gelişti. Bu hastanın taburculuk sırasında sinüs ritmi olmasına rağmen 3. ay takibinde AF'de olduğu gözlemlendi.

Hastalar post operatif 3.ayında rutin takiplerine geldiklerinde EKG sonuçları kaydedildi. Dört hastanın AF ritminde idame ettiği tespit edildi. Yavaş ventriküler geçişli AF ritminde taburcu edilen bir hastaya postoperatif 10. ayda VT ve multiple pause atakları tanısı konarak kalıcı pace implante edildi.

TARTIŞMA

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 (7).

Ek organik kalp hastalığının varlığı Cox ve arkadaşlarının raporlarında AF tedavisindeki başarıyı azaltmadığı bildirilmiştir (1). Ancak çoğu seride, mitral kapak cerrahisinin Cox Maze III ile kombine edilmesi hastaların %75-82'sinde AF'yi tedavi etmiştir (5,8).

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

Haissaguerre ve arkadaşları paroksizmal AF'nin vakaların %94'ünde pulmoner venlerdeki ektojik atımlardan kaynaklandığını ortaya koymuştur (10). Radyofrekans ablasyon 1980'lerin ortalarından bu yana perkütan kateter aracılığıyla özellikle supraventriküler taşikardilerin tedavisinde kullanılmaktadır.

Sol atriyal ablasyon ile AF tedavisi başarıları daha önceki yayınlarda %70-80 aralığında verilmiştir (11,12). Ancak bu prosedür sonucunda sağ atriyal kaynaklı %10-15 oranında atriyal flutter görülebileceği ve bunun kateter ablasyon ile kolayca tedavi edilebileceği bildirilmiştir (13,14). Çok sayıda çalışmada RF ablasyon sonuçlarının Cox-Maze prosedürüne yakın olduğunu ve sağ atriyumun prosedüre dahil edilip edilmemesinin anlamlı fark oluşturmadığını bildirmişlerdir (2,15,16). Çalışmamızda KPB süresini kısa tutmak ve kalp bloklarından kaçınmak amacıyla yalnızca sol atriyal ablasyon uygulandı. Klinik tecrübemizde postoperatif birinci 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 arkadaşları atriyal büyüklüğün başarıyı etkilediğini bildirmelerine rağmen, bu bulgu diğer araştırmacılar tarafından teyit edilmemiştir (5,6,17). Yaptığımız analizlerde; operasyon türü, cinsiyet, EF ve kardiyak

çap artışları, ablasyon sonrası AF görülmesi ile istatistiksel olarak anlamlı benzerlik taşımamaktadır. Ancak üç kademedeki değerlendirilen pulmoner arter basıncı ile AF arasında bir korelasyon gözlemlendi. Altmış yaş üstü hastalarda da taburculukta AF sayısında anlamlı derecede artış oldu.

Peroperatif AF'nin, birçok çalışmada başarısızlık göstergesi olmayacağı orta dönem takipte çoğunun sinüs ritmine döneceği rapor edilmiştir (4,18). Klinik tecrübemizde postoperatif 7 olan AF sayısı 1.ay ve 6.ay kontrollerinde 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.

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

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 arkadaşları çalışmalarında 23 (%9.8) hastaya pacemaker takılmıştır (13). 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.

RF ablasyon; AF'yi efektif bir şekilde tedavi etmenin yanı sıra kardiyopulmoner bypass süresi cerrahi tekniklerine göre kısalttığından ve komplikasyon görülme sıklığını azalttığından daha düşük morbidite ve mortaliteye sahiptir. Ancak oluşturulan lezyon tipi ve prosedürün sadece sol atriyumunu içermesi konusunda halen tartışmalar devam etmektedir. Bu yöntemin, uygun hasta profili seçildiğinde düşük maliyet ve komplikasyon oranlarıyla popülaritesinin artacağı kanısındayız.

KAYNAKLAR

1. Cox JL, Schuessler RB, D'Agostino HJ Jr, et al. The surgical treatment of atrial fibrillation. III. Development of a definitive surgical procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 101: 569-583.
2. Cox JL, Ad N, Palazzo T, Fitzpatrick S, et al. Current status of the Maze procedure for the treatment of atrial fibrillation. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 12: 15-19.
3. Scheinman MM, Morady F, Hess DS, Gonzalez R. Catheter-induced ablation of the atrioventricular junction to control refractory supraventricular arrhythmias. *JAMA* 1982; 248: 851-855.
4. Williams MR, Stewart JR, Bolling SF, et al. Surgical treatment of atrial fibrillation using radiofrequency energy. *Ann Thorac Surg* 2001; 71: 1939-1943.

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; 12: 867-874.
6. Sie HT, Beukema WP, Misier AR, et al. Radiofrequency modified maze in patients with atrial fibrillation undergoing concomitant cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001; 122: 249-256.
7. Handa N, Schaff HV, Morris JJ, et al. Outcome of valve repair and the Cox maze procedure for mitral regurgitation and associated atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 118: 628-635.
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; 19: 438-442.
9. Cox JL, Schuessler RB, Lappas DG, Boineau JP. An 8 1/2-year clinical experience with surgery for atrial fibrillation. *Ann Surg* 1996; 224: 267-273.
10. Haïssaguerre M, Jaïs P, Shah DC, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med* 1998; 339: 659-666.
11. Nitta T, Imura H, Bessho R, Hosaka H, Yamauchi S, Tanaka S. Wavelength and conduction in homogeneity in each atrium in patients with isolated mitral valve disease and atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1999; 10: 521-528.
12. Sueda T, Nagata H, Orihashi K, et al. Efficacy of a simple left atrial procedure for chronic atrial fibrillation in mitral valve operations. *Ann Thorac Surg* 1997; 63: 1070-1075.
13. Mohr FW, Fabricius AM, Falk V, et al. Curative treatment of atrial fibrillation with intraoperative radiofrequency ablation: short-term and midterm results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 123: 919-927.
14. Usui A1, 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: 1457-1459.
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; 12: 25-29.
16. Arcidi JM Jr, Doty DB, Millar RC. The Maze procedure: the LDS Hospital experience. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 12: 38-43.
17. Kamata J, Kawazoe K, Izumoto H, et al. Predictors of sinus rhythm restoration after Cox maze procedure concomitant with other cardiac operations. *Ann Thorac Surg* 1997; 64: 394-398.
18. Pasic M, Bergs P, Müller P, et al. Intraoperative radiofrequency maze ablation for atrial fibrillation: the Berlin modification. *Ann Thorac Surg* 2001; 72: 1484-1490.
19. Doll N, Borger MA, Fabricius A, et al. Esophageal perforation during left atrial radiofrequency ablation: Is the risk too high? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 125: 836-842.