

Kalıcı Kalp Pili Takılanlarda Sağ Ventrikül Çıkış Yolu ve Apikal Elektrod Yerleşimlerinin Elektrokardiyografik Parametrelere Etkileri

Doç. Dr. Okan ERDOĞAN, Doç. Dr. Armağan ALTUN, Prof. Dr. Gültaç ÖZBAY

Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı, Edirne

Özet

Kalıcı kalp pili uygulamalarında apikal pacinge alternatif olarak seçilebilecek bir diğer elektrod yerleşim bölgesi sağ ventrikül çıkış yoludur (SVÇY). SVÇY pasingi apikal pacinge göre ventriküllerin doğal uyarısına benzer senkron aktivasyon sağlamak ve potansiyel olarak avantajlı gözükmektedir. Son yıllarda biventrikül kalp pili uygulamalarının da esasını oluşturan ve hemodinamik katkıyla ilintili olduğu düşünülen pacing ile uyarılmış QRS süresinin mümkün olduğunca azaltılması fikri, SVÇY yerleşiminin apikale göre QRS ve diğer elektrokardiyografik parametreleri nasıl etkileyeceği sorusunu akla getirmiştir. Bu amaç ışığında planladığımız prospektif araştırmamızda kliniğimizde SVÇY' na kalıcı kalp pili uygulaması yaptığımız 16 hastayı değerlendirdik. Bu 16 hastanın onbirinde işlem esnasında apikal ve SVÇY pacing ile elde edilen EKG kayıtlarından bu iki uygulama yerinden ölçülen QRS, QTc, JTC, TTc, QTd, JTD ve TTD süreleri ortalamaları karşılaştırıldı. Ortalama uyarılmış QRS süresi SVÇY pozisyonunda apikale oranla anlamlı düzeyde azaldı (127 ± 26 vs 155 ± 21 , $p=0.004$). Buna karşın QTc, JTC ve TTc süreleri SVÇY pozisyonunda apikale göre uzarken, bunlardan yalnız JTC süresindeki uzama istatistiksel anlamlığa ulaştı ($p=0.01$). Diğer parametrelerde anlamlı değişiklik gözlenmedi. SVÇY uygulaması yaptığımız 16 hastada işlem esnasında ve sonrasında herhangi bir komplikasyon gelişmedi. Sonuçta, SVÇY pacing uygulaması kolay uygulanabilen ve emin bir yöntemdir. Septal ileti yollarına yakınlığı nedeniyle senkronize aktivasyon oluşturarak, potansiyel avantajlar sağlayabilir. Apikal pacinge oranla QRS süresini anlamlı olarak azaltmaktadır. (Türk Kardiyol Dern Arş 2004; 32: 152-157)

Anahtar kelimeler: Kalp pili, sağ ventrikül çıkış yolu, QRS, QT dispersiyonu

Summary

The Effect of Right Ventricular Outflow Tract and Apical Pacing Sites on Electrocardiographic Parameters in Patients with Permanent Pacemakers

Right ventricular outflow tract (RVOT) pacing is an alternative pacing site to apical pacing. RVOT pacing seems to be superior to apical pacing in terms of hemodynamic support while providing synchronous activation similar to native conduction pattern. In order to increase the cardiac output and synchronize ventricular activation pattern the paced QRS complex duration should be as narrow as possible according to previous biventricular pacing applications. However, it is not well established how much RVOT pacing will change the paced QRS time and other various electrocardiographic intervals in comparison to apical pacing. To investigate this, we undertook a prospective clinical study consisting of 16 patients in whom the ventricular leads were positioned and fixed in the RVOT. In 11 of these patients, time intervals of various electrocardiographic parameters including QRS, QTc, JTC, TTc, QTd, JTD, and TTD were measured from ECG recordings taken on RVOT and apical pacing sites during pacemaker implantation. Mean QRS time in RVOT position was significantly decreased in contrast to apical position (127 ± 26 vs 155 ± 21 , $p=0.004$). Although QTc, JTC and TTc intervals increased in

duration when paced from RVOT, only JTc reached statistical significance (p=0.01). We did not detect any significant change in other parameters. We did not observe any complication during and after the procedure in all 16 patients. In conclusion, RVOT pacing significantly diminishes the mean QRS duration as compared to apical pacing. It is a safe and easy applicable technique while providing synchronous activation pattern similar to native conduction and can be considered as an alternative site of permanent pacing. (Türk Kardiyol Dern Arş 2004; 32: 152-157)

Key words: Pacemaker, right ventricular outflow tract pacing, QRS, QT dispersion

Kalıcı kalp pili (KKP) uygulama tekniğinde başlangıçtan beri tek değişmeyen unsur elektrodun sağ ventrikül apeksine yerleştirilmesi idi. Bu noktanın tercih edilmesindeki ana etkenler hemodinamik katkı, sürvide ve hayat kalitesinde iyileşme gibi faktörlerden öte, büyük olasılıkla elektrodun kolayca yerleştirilebilmesi ve yerinden oynamasının zorluğu gibi anatomik unsurlardı. Apikal uyarı, gerçekte yukarıdan aşağıya olan normal uyarı ekseninin aksine aşağıdan yukarıya doğru aktivasyon sağlayarak, ventrikülleri fizyolojik olmayan bir yolla uyarılmaktadır. Bu uyarı şekli bazı hastalıklar için (örn: hipertrofik obstruktif kardiyomiyopati) potansiyel yarar sağlarken, normal ya da yapısal değişikliğe uğramış ventriküllerde uzun dönemde istenmeyen sonuçlar oluşturabilir. Bu düşüncelerle yola çıkan birçok araştırmacı hemodinamik katkıyı artırmak, hayat kalitesini iyileştirmek ve yaşam beklentisini uzatmak gayesiyle KKP uygulama ve programlamalarında farklı yöntemler denemişlerdir. (Örneğin, çift odacıklı ve biventriküler KKP uygulamaları ve atriyoventriküler aralığın optimizasyonu gibi) (1,2). Bunların yanında vidalı elektrodun geliştirilmesi ile sağ ventrikül içinde farklı noktaların güvenilir biçimde uyarılması da mümkün hale gelmiştir. Bu elektrodun yardımıyla uygun eşik değerleri saptanan herhangi bir noktaya, elektrodun güvenli bir biçimde vidalanabilmektedir (3). Apikal uyarının fizyolojik olmamasından dolayı, senkronize ve fizyolojik uyarı sağlama gayesiyle sağ ventrikül çıkış yolu (SVÇY) son yıllarda araştırılan ve tercih edilen yerleşim yeri haline gelmiştir (4-8). Septal ileti yollarına yakın bu uygulamayla ventriküllerin normal uyarıda olduğu gibi daha senkron kasılacağı, kalp debi-

sini artıracığı, apikal uyarı ile bozulduğu saptanan mikrovasküler dolaşım yatağındaki dengesizliğin düzeleceği iddia edilmektedir (9). Bunun yanında biventrikül kalp pili uygulamalarının da esasını oluşturan uzamış QRS süresinin pacing ile kısaltılmasının öncelikle kardiyomiyopati hasta grubunda sağladığı hemodinamik yarar göz önünde bulundurulduğunda, SVÇY septal pacing uygulamasının potansiyel olarak apikal pacinge göre QRS süresini ve diğer repolarizasyon parametrelerini nasıl etkileyeceği sorusu araştırılmaya değerdir.

Bu ana gaye doğrultusunda dünyada az merkezde uygulanan bu yeni tekniğin uygulanabilirliği ve güvenilirliğini de sorguladığımız çalışmamızda, aynı hasta grubunda ve işlem esnasında hem apikal uyarı, hem de SVÇY uyarısıyla elektrokardiyografik parametrelerin değişimini karşılaştırdık.

MATERYEL ve METOD

Kliniğimizde ocak 2001- aralık 2003 arasında kalıcı kalp pili uygulaması yaptığımız 54 hastanın onaltısında (6 erkek, 10 kadın; yaş ort.: 67 ± 11 , yaş aralığı 50-91) kalıcı kalp pili elektrodu SVÇY'na yerleştirildi ve 5 hastaya çift, diğerlerine tek odacıklı kalıcı kalp pili takıldı. Herhangi bir seçim kriteri uygulanmadan hastalar rastgele seçildiler. KKP takılma endikasyonu tüm hastalarda semptomatik ikinci ve üçüncü derece atriyoventriküler blok tanısıydı. 6 hastaya Biotronik Elox, 4 hastaya Pacesetter Tendril 1488, 5 hastaya Medtronic 5076 ve 1 hastaya ise Vitatron Crystalline marka aktif uçlu elektrod uygulandı. Bu hastalardan onbirinde, işlem esnasında kullanılan vidalı elektrod önce apikal ve sonrasında SVÇY'na vidalanarak 12 derivasyonlu yüzey EKG kayıtları 5 volt ve 70 vuru/ dk hızında kaydedildi.

Alınan EKG kayıtlarından QRS, QT, JT ve TT sürelerinin yanında QT, JT ve TT dispersiyonları bilinen klasik yöntemle bir araştırmacı tarafından ölçüldü (10-12). QT, JT ve TT süreleri Bazett formülüne göre düzeltildi (13,14).

SVÇY' na KKP uygulama tekniği:

SVÇY'na elektrod uygulaması, apikal uygulamaya göre biraz daha fazla güçlük arz eder. Operatör deneyimi önemli bir unsurdur. Bunun yanında kalbin morfolojik açıdan normal olması ve uygulanacak bölgenin kolay irrite olabilen bir bölge olmaması da diğer avantajlardır. Hasta hazırlığı, subklaviyen ven ponksiyonu ve implantasyon tekniği klasik tarzda yapılır. Ventriküle yerleştirilecek elektrod vidalı olmalıdır. Farklı firmaların bu amaçla ürettiği çeşitli özelliklere sahip, farklı boy ve ebatla elektrodlar mevcuttur. Yine bu elektrodlarla uyumlu stiletlerden de uygulama aşamasında yararlanılır. Ayrıca, optimal elektrod pozisyonunu saptamak amacıyla girişim öncesi hastaya 12 derivasyonlu EKG bağlanır. Vidanın fonksiyonu test edildikten sonra, stilet ucuna sağ ventrikül hacmine uygun yarım ay şekli verilir. Stilet elektrodun içine konduktan sonra, kılıf içinden sağ ventriküle gönderilir. Önceden stilet yardımıyla şekil verilmiş elektrod kolayca triküspid kapaktan geçerek, SVÇY doğrultusunda ilerletilir. Flo-

roskopik görüntü posteroanterior ya da sol ön oblik pozisyonda olabilir. Biz posteroanterior görüntü açısında uygulamayı yapmakta ve işlem esnasında da sağ ve sol ön oblik görüntülerde elektrod pozisyonunu değerlendirmekteyiz. Floroskopide elektrod ucu pulmoner kapak hizasına kadar gönderilir. Bu seviyede elektrod yavaşça aşağıya çekilerek, ucun septuma dayanması sağlanır. Bu aşamada stilet elektrod ucundan hafifçe geri çekilir ve dik bir açı ile elektrod ucunun septuma temas etmesi sağlanır. En uygun anatomik pozisyon elektrod ucunun SVÇY'da posterolateral yönde, genellikle ikinci interkostal aralıkta olmasıdır. Bu aşamada analizör yardımıyla dışarıdan uyarı verilerek, EKG'de uyarılmış QRS kompleksleri izlenir ve inferiyor derivasyonlarda maksimal pozitif defleksiyonların çizilmesi sağlanır (Şekil 1). Hem anatomik hem de elektrokardiyografik olarak, uygun elektrod pozisyonu saptanır (Şekil 2). Bu aşamadan sonra elektrod septal duvara vidalanır ve stilet çekilerek elektrodun stabilitesi test edilir. Eşik değerleri ölçülür ve bunlar uygunsa elektrod jeneratöre bağlanarak işlem sonlandırılır.

İstatistiki değerlendirmede veriler ortalama \pm SS olarak verildi. EKG parametrelerinin karşılaştırılmasında non-parametrik Wilcoxon signed rank testi kullanıldı. $P < 0.05$ istatistiksel anlamlılık sınırı olarak kabul edildi.

Tablo 1. İşlem esnasında alınan 12 derivasyonlu EKG kayıtlarından elde edilen elektrokardiyografik parametreler (n=11)

n=11	Apikal Pacing (ms)							Sağ Ventrikül Çıkış Yolu Pacing (ms)						
	QRS	QTc	JTc	TTc	QTd	JTd	TTd	QRS	QTc	JTc	TTc	QTd	JTd	TTd
I.M.	130	454	313	86	60	80	40	70	648	572	281	100	80	140
N.A.	150	594	432	216	140	140	160	120	648	518	292	140	180	170
H.H.	180	540	346	130	20	40	30	170	518	335	140	50	30	70
A.C.	160	410	238	86	60	80	25	140	562	410	130	60	40	60
G.Ç.	140	497	324	130	40	20	30	140	518	367	194	40	40	70
N.D.	140	447	291	112	80	40	60	120	425	291	89	80	40	40
F.K.	140	515	358	112	120	60	60	120	515	380	89	45	45	45
S.Ö.	140	492	313	134	22	112	45	120	447	313	112	22	45	45
C.Ö.	160	470	313	134	45	45	45	140	492	358	134	45	67	45
B.Ö.	200	447	335	89	140	60	40	140	537	358	134	89	67	67
H.Ö.	160	447	291	134	45	45	45	120	470	313	134	22	89	45
Ort. \pm SS	155 $\pm 21^*$	483 ± 52	323 $\pm 48^\#$	124 ± 36	70 ± 44	66 ± 35	53 ± 37	127 $\pm 26^*$	535 ± 93	383 $\pm 88^\#$	157 ± 70	63 ± 36	66 ± 42	72 ± 43

* $p = 0.004$, # $p = 0.01$

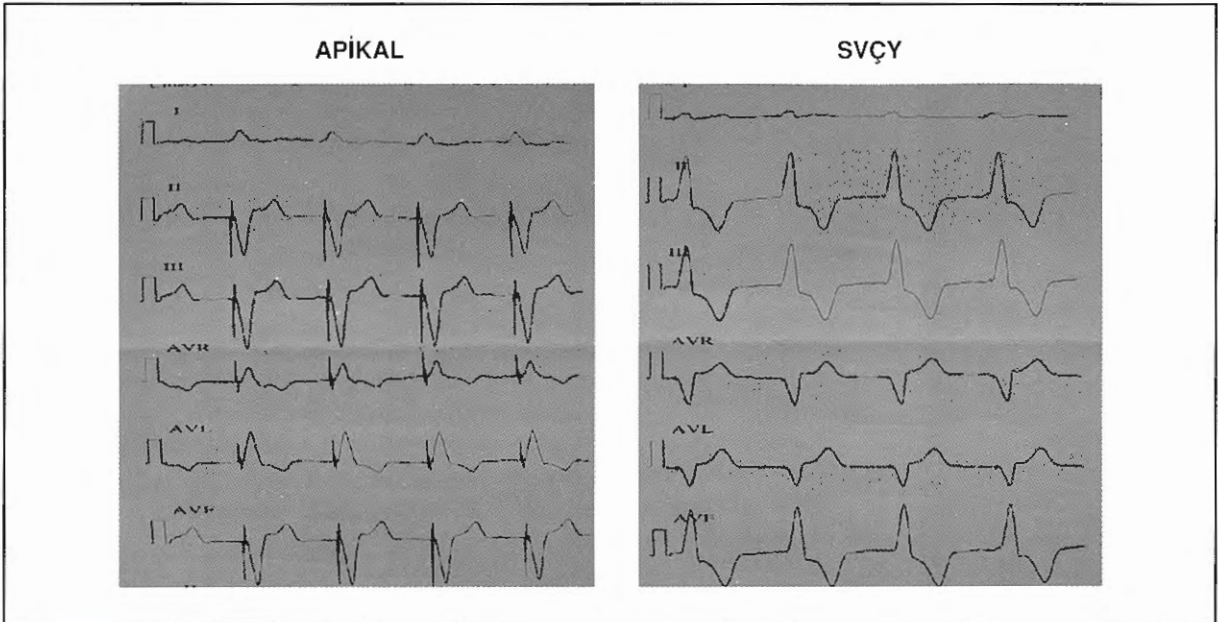
BULGULAR

16 hastada işlem esnasında SVÇY ventrikül eşik değeri ortalaması 0.55 ± 0.18 V@ 0.5 ms, R dalgası 14 ± 6 mV ve elektrod direnci 762 ± 196 Ohm olarak bulundu. Hem apikal hem de SVÇY EKG kayıtları alınan 11 hastanın, EKG parametreleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Görüldüğü üzere ortalama QRS süresi SVÇY pozisyonunda apikale oranla anlamlı düzeyde azalmıştır (127 ± 26 vs 155 ± 21 , $p=0.004$). Buna karşın QTc, JTc ve TTc süreleri SVÇY pozisyonunda apikale göre uzarken, bunlardan yalnız JTc süresindeki uzama istatistiksel anlamlığa ulaşmıştır ($p=0.01$). Diğer parametrelerde anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. Tüm hastalarımız SVÇY girişimini iyi tolere ederken, işlem esnasında ve sonrasında komplikasyon gözlenmemiştir. Uzun dönem takip sonunda eşik değerleri kabul edilebilir düzeyde seyrederken, hiçbir hastada elektrod dislokasyonu da gözlenmemiştir. Bir hastada işlemden 4 ay sonraki takipte steroidsiz elektrod kullanımına bağlı yüksek ventrikül eşik değerinin saptanması nedeniyle, elektrod çıkartılıp yerine apikal bölgeye steroid salımlı yeni bir elektrod yerleştirildi.

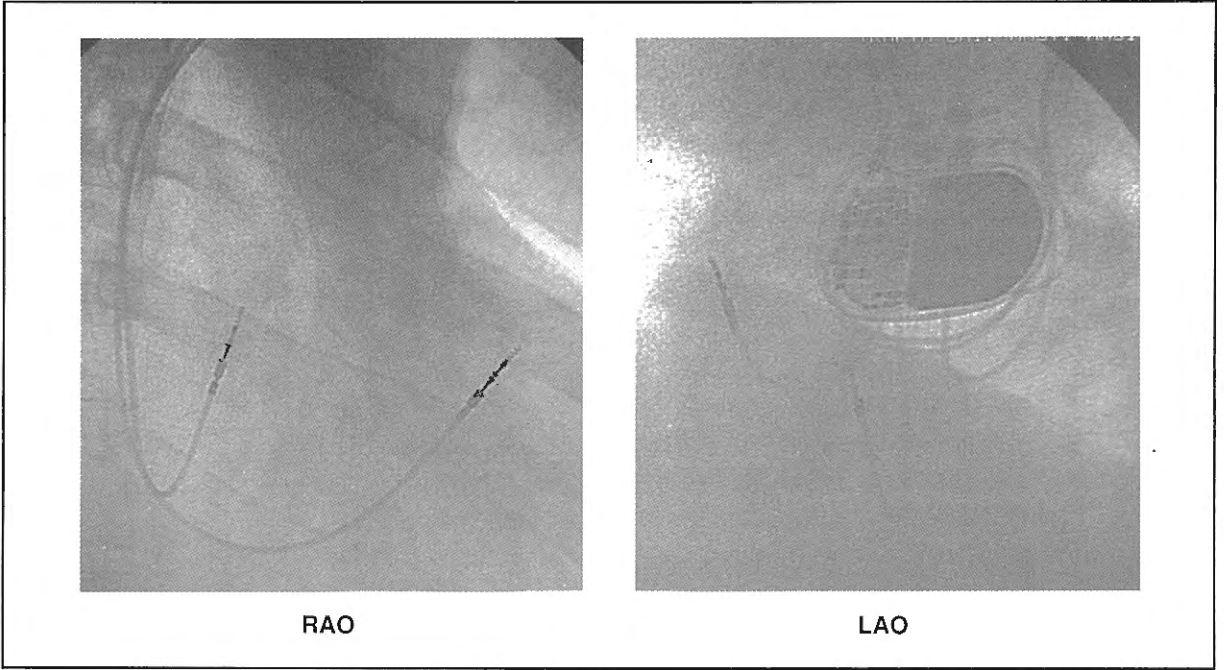
TARTIŞMA

Çalışmamız sonucunda SVÇY kalıcı kalp pili ve elektrod uygulamasının, apikal uyarılmaya kıyasla özellikle QRS ve JTc sürelerini anlamlı düzeyde azalttığı ortaya çıkmıştır. Bu teknik kolay uygulanabilir ve güvenilirdir. Senkronize aktivasyon sağladığından dolayı günümüzde apikal uygulamaya alternatif olarak seçilebilir.

SVÇY'na KKP elektrodu yerleştirilmesinin güvenilirliği ve etkinliği üzerine ilk kez Barin ve ark.⁽⁸⁾ değinmişler ve doğrudan His-Purkinje sisteminin uyarılması ise Karpawich⁽⁹⁾ tarafından gerçekleştirilmiştir. Apikal pacinge göre SVÇY pacingin hemodinamik üstünlüğü ise 1992'de DeCock ve ark.⁽⁴⁾ tarafından bildirilmiştir. Giudici ve ark.'nın⁽⁵⁾ 89 hasta üzerindeki çalışması oldukça çarpıcı sonuçlar doğurmuştur. Akut olarak SVÇY pacing ile kalp debisinde %18.8 oranında anlamlı bir artış saptanmıştır. Barin ve ark.⁽⁸⁾ 33 hasta üzerinde SVÇY pacing uygulamalarını bildirdikleri bir diğer çalışmalarında, bu tekniğin apikal pacinge göre eşik değerleri, komplikasyon oranları ve uygulanabilme kolaylığı açısından benzer olduğu-



Şekil 1. İşlem esnasında SVÇY ve apikal pacing ile elde edilen EKG kayıtlarında (taraf derivasyonları, SVÇY'da inferiyor derivasyonlarda maksimal pozitif aks değişikliği görülmektedir)



Şekil 2. Çift odacıklı kalıcı kalp pili takılan bir hastamızda, SVÇY'na vidalanmış elektrod sol ve sağ ön pozisyonlarda görülmektedir

nu tespit etmişler ve bu tekniğin rahatlıkla uygulanabileceğini vurgulamışlardır. Ancak, anatomik olarak optimal pacing yerinin SVÇY'da farklılıklar oluşturması çalışma sonuçları arasında uyumsuzluk ortaya çıkarabilmektedir. Zira, her zaman His dalı üzerinde veya yakınında elektrodu yerleştirmek teknik olarak mümkün olamaz ve bu yüzden de terminolojik olarak farklı lokalizasyonlar ifade edilmiştir. Bunlar yüksek septal, SVÇY ya da sağ ventrikül girişi ve infundibuler pacing gibi değişik terimlerdir, ancak hepsinin ortak noktası apikal alandan uzak olmalarıdır. Giudici ve ark.⁽⁶⁾, septal bölgede anatomik olarak optimal pacing için bir sınıflama yapılması gerektiği üzerinde durdu ve sağ ventrikül girişi, infundibulumu ve çıkış yolu septal pacing alanlarını tanımladı. Genellikle infundibular ve çıkış yolu septal pacing bölgeleri sol dal bloku ve vertikal aksa yol açarken, giriş septal pacingi normal aks ve morfolojide QRS oluşturdu. Bu sınıflamanın önemi çalışmaların standardizasyonu açısından dikkate değerdi. Hemodinamik katkının sadece elektrod pozisyonu ile ilintili olduğunu iddia etmek, diğer

olası etkenleri de göz önünde bulundurduğumuzda pek sağlıklı olmaz. Zira QRS süresinin kısalması elektrod pozisyonundan bağımsızdır ve ventrikül fonksiyonunu etkilemektedir. Sol ventrikül aktivasyon süresinin bir göstergesi olan QRS süresinin, sol ventrikül fonksiyonuyla ters orantılı olduğu hipotezini araştıran bir çalışmada, bu hipotezi destekleyici sonuçlar ortaya çıkmıştır⁽⁷⁾. Gold MR⁽³⁾ editoriyal yorumunda sağ ventrikül uyarı noktasının hemodinamik ve fonksiyonel performansın tek belirleyicisi olamayacağını vurgulamıştır. Yine de senkron aktivasyon sağlayan septal pacing uygulaması teorik olarak mantıklı gözükmektedir. Kliniğimizde her KKP uygulamasında SVÇY bölgesini elektrod yerleşimi açısından öncelikle denemekteyiz. Uygun eşik değerleri elde edersek ve stabil bir yer bulabilirsek elektrodu fikse etmekteyiz. Bazen uygulama esnasında elektrod temasıyla SVÇY kaynaklı ventrikül taşikardi atakları gözlemlediğimizde ve uygulama alanının duyarlı olmasından dolayı apikal lokalizasyona geçmekteyiz. SVÇY kalp pili uygulaması yaptığımız hastalarımızın hepsi girişimi iyi to-

lere ettiler ve işlem süresinde de bir uzama veya komplikasyon gözlenmedi. Dikkat edilmesi gereken bir nokta, olası elektrod dislokasyonunu önlemek için fiksasyon esnasında uygun pozisyona ve stabilitiye özen gösterilmesidir. Ayrıca, mutlaka filtresiz intrakardiyak kayıtlar alınmalı ve hasar akımının olduğu tespit edilmelidir. SVÇY yerleşiminin bir başka avantajı da, apikal pacingin yol açtığı asenkron aktivasyonun oluşturduğu bölgesel miyokard perfüzyon defektlerine yol açmayacağı fikriydi. Sintigrafik olarak saptanan bu perfüzyon defektlerinin, senkron olmayan aktivasyonun mikrovasküler yatakta oluşturduğu koroner kan akımı dengesizliğinden kaynaklandığı üzerinde durulmuştu (15-17). Ancak, bir olgumuzda da gösterdiğimiz üzere SVÇY kronik pacingi inferolateral alanda perfüzyon defektine yol açtı (16). Bu konuyla ilgili karşılaştırmalı bir çalışmada ise SVÇY'da apikale kıyasla anlamlı olarak daha az oranda perfüzyon defekti bulundu (17). Öyle görünüyor ki, apikal pacinge göre SVÇY pacingi de az da olsa miyokard perfüzyon defektine yol açabilmektedir.

Sonuç olarak, SVÇY pacingi miyokardda senkronize ve doğal iletim yollarına benzer aktivasyon göstermesi, daha az miyokard perfüzyon defektine yol açması, kolay ve emin bir yöntem olması dolayısıyla apikal yerleşime alternatif olarak seçilebilir. Bunun yanında QRS süresini apikal pacinge oranla anlamlı düzeyde kısalttığından, sağlayacağı hemodinamik katkı, özellikle biventrikül kalp pili uygulamalarında tercih edilebilir.

KAYNAKLAR

1. Maron BJ, Nishimura RA, McKenna WJ, Rakowski H, Josephson ME, Kievit RS: Assessment of permanent dual-chamber pacing as a treatment for drug-refractory symptomatic patients with obstructive hypertrophic cardiomyopathy. A randomized, double-blind, crossover study (M-PATHY). *Circulation* 1999; 99:2927-33
2. Dupuis JM, Kobeissi A, Vitali L, et al: Programming optimal atrioventricular delay in dual chamber pacing using peak endocardial acceleration: comparison with a

- standard echocardiographic procedure. *PACE* 2003; 26: 210-13
3. Gold MR: Optimization of ventricular pacing: Where should we implant the leads? *J Am Coll Cardiol* 1999; 33: 324-26
4. DeCock CC, Meyer A, Kamp O: Assessment of left ventricular function in relation to electrode position: Effects of right ventricular outflow tract pacing. *PACE* 1992; 15: 511
5. Giudici MC, Thornburg GA, Buck DL, et al: Comparison of right ventricular outflow tract and apical lead permanent pacing on cardiac output. *Am J Cardiol* 1997; 79: 209-12
6. Giudici MC, Karpawich PP: Alternative site pacing: It's time to define terms. *PACE* 1999; 22: 551-53
7. Schwaab B, Frohlig G, Alexander C, et al: Influence of right ventricular stimulation site on left ventricular function in atrial synchronous ventricular pacing. *J Am Coll Cardiol* 1999; 33: 317-23
8. Barin ES, Jones SM, Ward DE, et al: The right ventricular outflow tract as an alternative permanent pacing site: Long term follow-up. *PACE* 1991; 14: 3-6
9. Karpawich PP, Justice CD, Chang CH, et al: Septal ventricular pacing in the immature canine heart: A new perspective. *Am Heart J* 1991; 121: 827-33
10. Altun A, Uğur B, Akdemir O, et al: Ventricular repolarization changes during thyrotropin releasing hormone test. *Int J Cardiol* 2001; 77:319-22
11. Altun A, Altun G, Özbay G: QT dispersion in hypothyroidism. *Int J Cardiol* 1999; 72:93-5
12. Altun A, Özbay G: Effects of ionic versus non-ionic contrast agents on dispersion of ventricular repolarization. *Arch Turk Soc Cardiol* 1998; 26: 362-67
13. Aytemir K, Maarouf N, Gallagher M, Yap Y, Waktare J, Malik M: Comparison of formulae for heart correction of QT interval in exercise electrocardiograms. *PACE* 1999; 22:1397-1401
14. Smetana P, Batcharov V, Hnatkova K, Camm J, Malik M: Circadian rhythm of corrected QT interval: Impact of different heart rate correction models. *PACE* 2003; 26:383-86
15. Simantirakis EN, Prassopoulos VK, Chrysostomakis SI, et al: Effects of asynchronous ventricular activation on myocardial adrenergic innervation in patients with permanent dual-chamber pacemakers: an I¹²³-metaiodobenzylguanidine cardiac scintigraphic study. *Eur Heart J* 2001; 22: 323-32
16. Erdogan O, Altun A, Durmus-Altun G, Ozbay G: Inferolateral myocardial perfusion defect caused by right ventricular outflow tract pacing. *PACE* 2004; (baskıda)
17. Tse HF, Yu C, Wong WK, et al: Functional abnormalities in patients with permanent right ventricular pacing: the effect of sites of electrical stimulation. *J Am Coll Cardiol* 2002; 40: 1451-58