

Kalıcı kalp pili uygulamasında alternatif uyarılma yeri: Sağ ventrikül çıkış yolu

Alternative site of ventricular pacing: right ventricular outflow tract

Okan Erdoğan

Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı, Edirne, Türkiye

ÖZET

Kalıcı kalp pilinde elektrod yerleşimi için seçilen noktanın sağ ventrikül apeksi olması, elektrodun kolayca yerleştirilebilmesi ve yerinden oynamasının zorluğu gibi faktörlerdir. Apikal pacing, gerçekte yukarıdan aşağıya olan normal uyarı ekseninin aksine aşağıdan yukarıya doğru aktivasyon sağlayarak, ventrikülleri fizyolojik olmayan bir yolla uyarmaktadır. Apikal pacing'in fizyolojik olmamasından dolayı, senkronize ve fizyolojik uyarı sağlama gayesiyle sağ ventrikül çıkış yolu son yıllarda araştırılan ve tercih edilen nokta haline gelmiştir. Septal ileti yollarına yakın bu uygulamayla ventriküllerin normal uyarıda olduğu gibi daha senkron kasılacağı, kalp debisini artıracacağı, apikal pacing ile bozulduğu saptanan mikrovasküler dolaşım yatağındaki dengesizliğin düzeleceği iddia edilmektedir. Ayrıca, koroner sinüse sol ventrikül elektrodu herhangi bir sebeple yerleştirilemeyen, resenkronizasyon işlemi uygulanacak kalp yetersizliği olan hastalarda, tek başına ya da bifokal alternatif uygulama olarak önerilmektedir. Bu derlemede son zamanlarda çok sık tartışılan bu uygulama ile ilgili kişisel deneyim ve yurt dışı literatür bilgisi aktarılması hedeflenmiştir. (*Anadolu Kardiyol Derg 2007; 7: 184-8*)

Anahtar kelimeler: Kalp pili, sağ ventrikül çıkış yolu, hemodinami, kardiyak resenkronizasyon, miyokard perfüzyonu, uyarılma yeri

ABSTRACT

The main reasons for traditional right ventricle apical pacing were first, the ease of implantation and second, the stability of passive-fixation leads in the apical trabeculae. However, apart from some specific diseases like hypertrophic cardiomyopathy, apical pacing often results in substantial functional, hemodynamic, electrical, and structural changes as previously demonstrated in many studies. Only in recent years, interest in the use of alternate pacing sites has developed. Right ventricular outflow tract is the preferred site of pacing because of its potential advantages such as ease of application, better hemodynamics, synchronous activation, less myocardial perfusion defects than apical pacing. The present review article comprehensively discusses this novel technique in terms of its beneficial effects compared to apical pacing and as an alternative method for biventricular pacing. (*Anadolu Kardiyol Derg 2007; 7: 184-8*)

Key words: Pacing, right ventricular outflow tract, hemodynamics, cardiac resynchronization, myocardial perfusion, pacing site

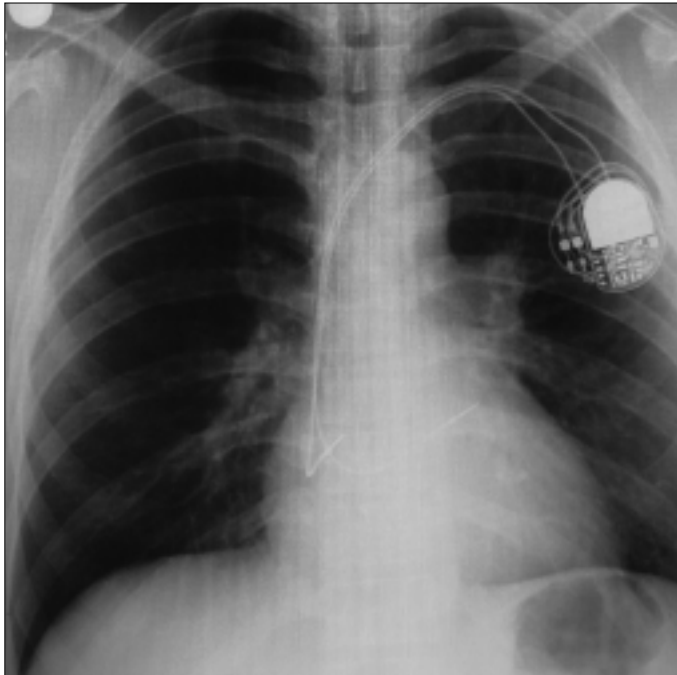
Giriş

Kalıcı kalp pili (KKP) uygulamasında teknik olarak yıllardır tek değişmeyen unsur ve klasik kabul gören uygulama, elektrodun sağ ventrikül apeksine konmasıdır. Bu noktanın tercih edilmesindeki ana etkenler büyük olasılıkla elektrodun kolayca yerleştirilebilmesi ve yerinden oynamasının zorluğu gibi anatomik unsurlardır. Apikal pacing, gerçekte yukarıdan aşağıya olan normal uyarı ekseninin aksine aşağıdan yukarıya doğru aktivasyon sağlayarak, ventrikülleri fizyolojik olmayan bir yolla uyarmaktadır. Bu aktivasyon şekli yapısal kalp hastalığı olmayan normal sol ventriküle sahip hastalarda, uzun dönemde asimetric septal hipertrofi, ventriküler genişleme, miyokard perfüzyon defekti, sol ventrikül disfonksiyonu, atriyum fibrilasyonu ve artmış ölüm gibi istenmeyen sonuçlar oluşturmuştur (1-5). Bu düşüncelerle yola çıkan birçok araştırmacı hemodinamik katkıyı artırmak, hayat kalitesini iyileştirmek ve yaşam beklentisini uzatmak gayesiyle, KKP uygulama ve

programlamalarında biventriküler uygulama, atriyoventriküler aralığın optimizasyonu gibi farklı yöntemler denemişlerdir (6, 7). Bunların yanında vidalı elektrodun geliştirilmesi ile sağ ventrikül içinde farklı noktaların güvenilir biçimde uyarılması da mümkün hale gelmiştir. Sağ ventrikül içinde uygun eşik değerleri saptanan herhangi bir noktaya, bu elektrodun güvenli bir biçimde vidalanabileceği. Apikal pacing'in fizyolojik olmamasından dolayı senkronize ve fizyolojik uyarı sağlama gayesiyle sağ ventrikül çıkış yolu (SVÇY) son yıllarda araştırılan ve tercih edilen bölge haline gelmiştir (8-16). Septal ileti yollarına yakın bu uygulamayla ventriküllerin normal uyarıda olduğu gibi daha senkron kasılacağı, kalp debisini artıracacağı, apikal pacing ile bozulduğu saptanan mikrovasküler dolaşım yatağındaki dengesizliğin düzeleceği iddia edilmektedir (9-16). Bu derlemede, son yıllarda apikal pacing'e alternatif olarak düşünülen ve gittikçe yaygınlaşan SVÇY uygulamasının tekniği, avantajları ve klinik sonuçları üzerinde kişisel görüş ve literatür bilgisi aktarılması hedeflenmiştir.

Sağ ventrikül çıkış yolu elektrod uygulama tekniği

Kişisel deneyimime göre 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 uyarılabilir bir bölge olmaması gerekir. Hasta hazırlığı, subklaviyen ven ponksiyonu ya da vena cephalica "cut-down" ve implantasyon tekniği klasik tarzda yapılır. Ventriküle yerleştirilecek elektrod vidalı olmalıdır. Farklı firmaların bu amaçla ürettiği çeşitli özelliklere sahip, farklı boy ve ebatlarda elektrodlar mevcuttur. Ayrıca, optimal elektrod pozisyonunu saptamak amacıyla girişim öncesi hastaya 12 derivasyonlu elektrokardiyografi (EKG) cihazı bağlanır. Vidanın fonksiyonu test edildikten sonra, stile ucuna sağ ventrikül hacmine uygun yarım ay şekli verilir. Stile elektrodun içine konduktan sonra, kılıf içinden sağ ventriküle gönderilir. Önceden stile yardımcıyla şekil verilmiş elektrod kolayca triküspid kapaktan geçerek, SVÇY doğrultusunda ilerletilir. Flüoroskopik görüntü posteroanterior ya da sol ön oblik pozisyonunda olabilir. Biz posteroanterior görüntü açısında uygulamayı yapmakta ve işlem esnasında da sağ ve sol ön oblik görüntülerde elektrod pozisyonunu değerlendirmekteyiz. Flüoroskopide elektrod ucu pulmoner kapak hizasına kadar gönderilir. Bu seviyede elektrod yavaşça aşağıya çekilerek, ucun septuma dayanması sağlanır ve stile elektrod ucundan hafifçe geri çekilir. Dik bir açı ile elektrod ucunun SVÇY'da septum ya da anterior duvara 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 paced QRS kompleksleri izlenir ve inferiyor derivasyonlarda maksimal pozitif defleksiyonların çizilmesi sağlanır. Hem anatomik; hem de elektrokardiyografik olarak, uygun elektrod pozisyonu saptanır. Bu aşamadan sonra elektrod septal ya da anterior duvara vidalanır ve stile çe-



Şekil 1. Çift odacıklı kalıcı kalp pili uyguladığımız bir hastada, SVÇY noktasına fikse edilmiş elektrodun postero-anterior göğüs radyogramı görülmektedir

SVÇY- sağ ventrikül çıkış yolu

kilerek elektrodun yerinden oynama ihtimali test edilir (Şekil 1 ve 2). Eşik değerleri ölçülür ve bunlar uygunsa elektrod jeneratöre bağlanarak işlem sonlandırılır (10, 13, 16). Bazı hastalarda SVÇY'nun kolay uyarılabilirliği sonucunda elektrod teması ile sık ventriküler aritmiler (ventriküler taşikardi ve fibrilasyon) oluşabilir. Bu yüzden eksternal defibrilatör hazır olmalı ya da apikal yerleşim tercih edilmelidir.

SVÇY ile ilgili klinik çalışma ve uygulamalar

Sağ ventrikül çıkış yoluna KKP elektrodu yerleştirilmesinin güvenilirliği ve etkinliği üzerine ilk kez Barin ve ark. (13) değinmişler ve doğrudan His-Purkinje sisteminin uyarılması ise Karpawich (14) tarafından gerçekleştirilmiştir. Apikale göre SVÇY pacing'in hemodinamik üstünlüğü ise 1992'de De Cock ve ark. (9) tarafından bildirilmiştir. Bundan sonra bazı merkezlerden SVÇY uygulamalarıyla ilgili çarpıcı sonuçlar ortaya konmuştur. Bunlardan Giudici ve ark (10), 89 hasta üzerindeki çalışması oldukça ilgi doğurmuştur. Akut olarak SVÇY pacing ile kalp debisinde % 18.8 oranında anlamlı bir artış saptanmıştır. Barin ve ark. (13), 33 hasta üzerinde SVÇY pacing uygulamalarını bildirdikleri bir diğer çalışmalarında, bu tekniğin apikal pacing'e göre eşik değerleri, komplikasyon oranları ve uygulanabilme kolaylığı açılarından benzer olduğunu ve 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 bölgeler ifade edilmiştir. Bunlar yüksek septal, SVÇY ya da sağ ventrikül giriş ve infundibuler pacing gibi değişik terimlerdir, ancak hepsinin ortak noktası apikal alandan uzak olmalarıdır. Giudici ve ark. (11), septal bölgede anatomik olarak optimal pacing için bir sınıflama yapılması gerektiğini vurgulayarak, 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 pacing'i normal aks ve morfolojide QRS oluşturdu. Bu alanları daha iyi ortaya koymak ve uygulayıcıya yol göstermek gayesiyle şekil 3'de anlaşılması daha kolay, pratik ve uygulamaya daha elverişli anatomik bir harita sunulmaktadır. Burada SVÇY hem septum, hem de anterior serbest duvar olarak ele alınmaktadır. Yukarı septal alanın gerçekte sol ventrikül ile komşuluğu bulunmazken, aşağı septal alan gerçek septum olup sol ventrikül kavi-



Şekil 2. Solda apikal pacing esnasında kaydedilen 12 derivasyonlu EKG örneğinde inferiyor derivasyonlarda negatif QRS kompleksleri ve sağda SVÇY pacing'i ile elde edilen inferiyor derivasyonlarda pozitif QRS kompleksleri ve aks değişikliği görülmektedir

EKG- elektrokardiyogram, SVÇY- sağ ventrikül çıkış yolu

tesisi ile komşudur. Dolayısıyla septumun alt bölgelerini uyarmak, özellikle ileti yollarına yakınlık ve gerçek septumun uyarılması ile ilişkili olacağından daha anlamlıdır (17, 18). Ancak, bu konuda yapılan çalışmalarda elektrodlar SVÇY'da septum ya da anterior serbest duvardaki uygun herhangi bir noktaya yerleştirilmiştir. Elektrodun yerleştirildiği pacing yeri ya anterior serbest duvar ya da septal alandadır ki, bu bölgeler flüoroskopik olarak sol ön oblik projeksiyonda daha iyi seçilebilirler. Bunun yanında elektrod yukarı ya da aşağı bölgelere yerleştirildiğinde ise, sağ ön oblik flüoroskopik projeksiyon tercih edilir (17, 18).

Bunların dışında, hemodinamik katkının sadece elektrod pozisyonu ile ilintili olduğunu iddia etmek, diğer olası etkenleri de göz önünde bulundurduğumuzda pek sağlıklı olmamaktadır. Zira QRS süresinin kısalması elektrod pozisyonundan bağımsız olabilmekte ve ventrikül fonksiyonunu farklı yönlerde etkileyebilmektedir. 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 (12). Gold MR (8), bir editöryel yorumunda sağ ventrikül uyarı noktasının hemodinamik ve fonksiyonel performansın tek belirleyicisi olamayacağını vurgulamıştır. Yine de senkron aktivasyon sağlayan SVÇY uygulaması teorik olarak mantıklı gözükmemektedir. Dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta, elektrodun yerinden oynamasını önlemek için fiksasyon esnasında uygun pozisyona ve stabilizeye özen gösterilmesidir. Sağ ventrikül çıkış yoluna elektrod yerleşimi uyguladığımız 16 hastalık bir çalışmamızda herhangi bir komplikasyon ve elektrod problemi ile karşılaşmadık (16). Bu uygulama tekniğini yaparken, kişisel önerim mutlaka filt-

rezis intrakardiyak kayıtların alınması ve hasar akımının varlığının araştırılmasıdır. Ayrıca fiksasyon sonrası stile ile elektrod hareket ettirilerek, stabilitesi test edilmelidir.

Apikal pacing asenkron aktivasyon oluşturarak, bölgesel miyokard perfüzyon defektlerine neden olmaktadır. Miyokard perfüzyon sintigrafisi ile saptanan bu perfüzyon defektlerinin, senkron olmayan aktivasyonun mikrovasküler yatakta oluşturduğu koroner kan akımı dengesizliğinden kaynaklandığı üzerinde durulmuştur (2, 15, 19). Ancak, her zaman bu ilişki aktivasyonun senkronizasyonu ile açıklanamamaktadır. Zira, yayınladığımız bir olgu sunumu örneğinde, SVÇY yerleşimli elektrodla kronik pacing'e maruz kalan ve koroner arterleri normal olan bir hastada inferolateral perfüzyon defekti saptanmıştı (15). Ancak, karşılaştırmalı bir çalışmada SVÇY uzun dönem pacing'i apikal yerleşime kıyasla daha az oranda perfüzyon defektine yol açtı ve global sol ventrikül fonksiyonu apikal pacing uygulamasında daha kötü bulundu (2). Bunun yanında, apikal pacing'in miyokarda anormal histolojik değişime, duvar incelmeye ve asimetrik hipertrofiye yol açtığı yönünde çalışmalar da mevcuttur (20). Hem normal, hem de bozulmuş sol ventrikül fonksiyonunda uzun dönem apikal pacing kötüleşmeye neden olmuştur (21).

De Cock ve ark. (22), SVÇY ve apikal pacing uygulamalarını hemodinamik yönden karşılaştıran çalışmalardan kantitatif derleme tekniğiyle dokuz tanesini uygun bularak, bir meta-analiz yayınladılar. Bu meta-analiz 217 hastayı içeriyordu ve sonuç olarak ortaya çıkan SVÇY pacing'inin apikale oranla anlamlı daha iyi hemodinamik katkıya yol açtığıydı. Özellikle bradiaritmi ve sol ventrikül fonksiyon bozukluğu nedeniyle pacing uygulanacaklarda bu teknik önerildi (22). Bunun yanında, Buckingham ve ark. (23), apikal ve SVÇY bölgelerinin beraber uyarılmasının apikale göre anlamlı olmayan artmış dP/dt oranına yol açtığını buldular. Benzer olarak Victor ve ark. (24), SVÇY pacing'i uygulananlarda apikal pacing ile kıyaslandığında orta dönem takipte, fonksiyonel sınıfta iyileşme ve hemodinamik düzelme açısından fark bulamadılar. Bu çelişkili sonuçları muhtemelen şu faktörlere bağlamak uygun olabilir. İlk olarak, yapılan çalışmaların çoğunda uzun dönem takip yoktur. Hasta özellikleri ve sol ventrikül fonksiyon ölçümleri yönünden teknik uyumsuzluklar olabilir ya da ön yargılı değerlendirmeler yapılmış olabilir. İkinci olarak, teknik yönden SVÇY'da elektrodun yerleştirildiği yerin her zaman aynı nokta olması mümkün değildir. Bazı çalışmalarda yüksek septal, bazılarında orta septal bölgeler tercih edilmiştir. His demetine yakınlık, QRS süresinde sağlanan kısalma düzeyi gibi etmenler de çalışmalar arasında farklı sonuçların kaynağı olabilir. Üçüncü olarak, akut dönemde elde edilen olumlu etkilerin uzun dönemde de devam edip etmeyeceği bilinmemektedir.

Sağ ventrikül çıkış yolunda ideal nokta yüksek septal bölgeden ziyade, ki bu alan His demetine biraz daha uzaktır, septum ortası gibi gözükmemektedir. Zira, buradan yapılan uyarılar His demeti noktasından yapılan uyarılarla benzerlik göstermiş ve oldukça dar QRS süreleri ortaya koymuştur (25). Doğrudan His demetini uyarma özellikle infra-His ileti sistemi normal olanlarda akılcı bir uygulama olabilir. Sağ ventrikül çıkış yolundan uyarı sonucu elde edilen QRS süresi, kişinin nativ ileti sistemiyle elde edilen QRS süresinden etkilenmektedir. Nativ QRS ne kadar genişse, SVÇY pacing'i ile elde edilen QRS de o kadar geniş olmaktadır. Bundan da anlaşılacağı üzere SVÇY pacing'i His-Purkinje ileti demetini az ya da çok kullanmaktadır ve ileti sistemi normal olanlarda SVÇY pa-



Şekil 3. Sağ ventrikül dış yüzeyi açılmış olarak gösterilen şekilde, anatomik olarak SVÇY'nun orta- yüksek septum ve anterior orta-yüksek serbest duvar olarak bölümlere ayrıldığı görülmektedir. Septumun pulmoner kapak altı alanına yukarı septum (A) ve hemen altına aşağı septum (B); anterior serbest duvarın üst bölgesine yukarı serbest duvar (C) ve altındaki alana ise aşağı serbest duvar (D) denir

SVÇY- sağ ventrikül çıkış yolu

cing'i ile elde edilen QRS süresi de daralmaktadır. Bu da teorik olarak ileti sistemi bozuk olanlarda, SVÇY pacing'inin daha az yarar sağlayacağı fikrini doğrulamaktadır (26). Doğrudan His demeti veya yakınına elektrod yerleştirmek teorik olarak mantıklı gözükse de, işlem tekniği ve başarısı görüldüğü gibi kolay değildir. Öncelikle devamlı ve güvenilir pacing başarısını kestirmek zordur. Erken ve geç dönemde His demetinin yapısından dolayı eşik değerleri oldukça yüksektir ve bu yüzden beklenenden daha önce batarya tükenmesine yol açabilir. Hem erken hem de geç dönemde etkinlik ve güvenilirlik sonuçları bilinmemektedir (27-29). Doğrudan His pacing'i ile ilgili ilk ciddi çalışma, Deshmukh ve ark. (29) tarafından yapılmıştır. Dar QRS yapısına sahip, dilate kardiyomyopati, atriyum fibrilasyonlu 54 hastayı içeren çalışmada, doğrudan His demeti pacing'i ile artmış dP/dt ve ejeksiyon fraksiyonu, düzelmiş fonksiyonel sınıf, düzelmiş kardiyopulmoner egzersiz parametreleri ve daralmış QRS süreleri saptanmıştır. Buna karşın çok yüksek eşik değerleri, artmış akut elektrod komplikasyonları, uzun implantasyon süreleri ve uzun dönem etkinlik ve güvenilirlik yönünden takip sonuçlarının olmaması bu tekniğin yaygın uygulanabilirliğini kısıtlamaktadır.

Sağ ventrikül çıkış yolu ile apikal pacing'i kıyaslayan karşılaştırmalı randomize klinik çalışmalardan en önemlisi ise Stambler ve ark. (30) tarafından yapılmış çok merkezli ve cross-over nitelikli bir araştırmadır. Bu çalışmada SVÇY ve apikal pacing yerleşimlerinin hayat kalitesi ve diğer ölçütler üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmaya bradikardi nedeniyle kalp pili takılması gereken 103 kronik atriyal fibrilasyonlu hasta alınmıştır. Tüm hastalar sınıf 2-3 ve ejeksiyon fraksiyonu % 40'dan daha düşük sol ventrikül fonksiyonuna sahip kalp yetersizliği semptomları gelişmiş hastalardı. Hem SVÇY hem de apikal pozisyona elektrodlar yerleştirilip, çift odacıklı jeneratöre bağlandı. Her iki ayrı yerden ve simultane üçer aylık dönemlerle pacing yapıldı ve 3 ay sonra semptomlar değerlendirildi. QRS süreleri hem tek başına SVÇY ve hem de apikal/SVÇY bifokal simultane uyarılmasında, apikale göre anlamlı kısalırken, hayat kalitesi ve diğer klinik ölçütlerde ise anlamlı bir iyileşmeye yol açmadı. Ancak, takip süresinin 3 ay gibi kısa bir süre olması eleştirilen en önemli unsurlardan biri oldu. Sonuçta, bu çalışma sonuçlarının belirli özelliklere sahip hasta grubunda ve kısa süreli takip sonucunda elde edildiği unutulmamalıdır. Son yıllarda ileri kalp yetersizliği tablosunda ve geniş QRS süresi olanlarda, sol ventrikül epikardiyal elektrod ile biventriküler kalp pili uygulamalarının semptomları iyileştirdiği yönünde sonuçlar ortaya çıkmıştır (31, 32). Bu sonuçlar gerçekten kalp yetersizliği hastalarında bozulmuş senkronize aktivasyonu düzelterek olumlu klinik düzelme sağlamıştır. Fakat yine de şu an öne sürülen endikasyon kriterlerine rağmen hastaların yaklaşık % 35'de iyileşme yerine klinik bulgularında kötüleşme ya da değişiklik olmamaktadır. Bunun yanında, klinik kriterlere uygun tüm hastalara biventriküler kalp pili yerleştirmek uygun anatomik venin olmaması, yüksek eşik değeri ya da frenik sinir uyarılması gibi teknik nedenlerden dolayı çoğu zaman mümkün olamamaktadır. Ayrıca yöntem teknik olarak zordur ve pahalıdır. Öğrenme eğrisi ve işlem süresi de oldukça uzundur. Bu yüzden bazı araştırmacılar bu yöneme alternatif olarak, son zamanlarda SVÇY ve apikal pacing'in simultane uyarı sağlanarak beraber uygulanabileceği yönünde vaka sunumları ve klinik araştırmalar yapmaktadırlar. Bir vaka serisinde teknik sebeplerden dolayı sol ventriküle elektrod yerleştirilemeyen üç hasta ele alınmış ve bunlarda SVÇY'na vidalı elektrod yerleştirilmiştir. 50 ms

aralık verilerek simultane sağ apeks ile SVÇY beraber uyarılmıştır. Sonuçta hastalarda belirgin klinik düzelme gözlenmiş, QRS süreleri kısalmış ve ejeksiyon fraksiyonlarında da az da olsa artış tespit edilmiştir (33). Yine bir başka vaka sunumunda yüksek eşik nedeniyle erken batari tükenmesine yol açmış biventrikül uygulamasında sol epikard elektrodunun yerine SVÇY'na vidalı elektrod konarak, apikal/SVÇY ile simultane bifokal sağ ventrikül uyarısı sağlanmıştır. Hastada 3 ay sonunda klinik olarak dramatik iyileşme ve ejeksiyon fraksiyonunda belirgin artış saptanmıştır (34). Bir başka gözlemsel çalışmada, biventrikül kalp pili takılmayan altı hastada apikal/SVÇY bifokal simultane sağ ventrikül uyarısı yapılmış ve klasik biventrikül pil takılmış hastalarla karşılaştırılmıştır. Altı ay sonunda her iki grupta benzer klinik, hemodinamik ve elektrokardiyografik sonuçlar elde edilmiştir (35). Bunların yanında hâlâ devam eden randomize, tek merkezli 40 hastalık bir çalışmanın ön sonuçlarında, apikal/SVÇY elektrod yerleşiminin sağladığı bifokal uyarının kalp yetersizliği hastalarındaki pacing ölçütleri değerlendirildi (36). Yedi aylık takip sonunda eşik değerleri, komplikasyon oranları ve implantasyon başarısı yönünden SVÇY uygulama tekniğinin apikale göre benzer olduğu saptandı. Bir başka ilginç çalışmada ise, takılabilir kardiyoverter defibrilatör sistemlerinde elektrodun SVÇY konabileceği ve apikal pacing kadar etkin olabileceği de vurgulandı. Bu çalışmada 112 hastaya şok elektrodu SVÇY'na kondu ve implantasyon esnasında hem pacing değerleri, hem de defibrilasyon eşik değerleri kısa ve uzun dönem takipte normal değerler arasında saptandı (37).

Sonuç

Sonuç olarak, yukarıda verilen bilgi ve çalışma sonuçları ışığında kalp pili uygulamalarında klasik apikal uygulamaya alternatif bir yöntem olan SVÇY uyarı noktasının gelecekte daha da önem kazanacağı ve yaygınlaşacağı anlaşılmaktadır. Şu ana kadar yapılan çalışmalarda çelişkili sonuçlar elde edilse de, SVÇY'na elektrod uygulaması apikal pacing'e göre hemodinamik ölçütler ya da klinik özellikler bakımından daha avantajlı gözükmektedir. Ayrıca, bu teknik kalp yetersizliği hastalarında biventrikül uygulama yerine simultane bifokal sağ ventrikül uyarısı şeklinde, alternatif bir yöntem olarak uygulanabilmektedir. Ancak, bu yeni tekniğin daha yaygın uygulanabilmesi için uzun dönem takipli daha fazla hasta sayısı içeren, randomize çalışmaların getireceği sonuçların değerlendirilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

1. Van Oosterhout MFM, Prinzen FW, Arts T, Sreuder JJ, Vanagt WY, Cleutjens JP, et al. Asynchronous electrical activation induces inhomogeneous hypertrophy of the left ventricular wall. *Circulation* 1998; 98: 588-95.
2. Tse HF, Yu C, Wong WK, Tsang V, Leung YL, Ho WY, et al. Functional abnormalities in patients with permanent right ventricular pacing: the effect of sites of electrical stimulation. *J Am Coll Cardiol* 2002; 40: 1451-8.
3. Sweeney MO, Hellkamp AS, Ellenbogen KA, Greenspan AJ, Freedman RA, Lee KL, et al. Adverse effect of ventricular pacing on heart failure and atrial fibrillation among patients with normal baseline QRS duration in a clinical trial of pacemaker therapy for sinus node dysfunction. *Circulation* 2003; 107: 2932-7.
4. Tantengco MV, Thomas RL, Karpawich PP. Left ventricular dysfunction after long term right ventricular apical pacing in the young. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37: 2093-100.

5. Wilkoff BL, Cook JR, Epstein AE, Greene HL, Hallstrom AP, Hsia H, et al. Dual chamber pacing or ventricular backup pacing in patients with an implantable defibrillator: the Dual chamber and VVI implantable defibrillator (DAVID) trial. *JAMA* 2002; 288: 3115-23.
6. Maron BJ, Nishimura RA, Mc Kenna WJ, Rakowski H, Josephson ME, Kieval 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.
7. Dupuis JM, Kobeissi A, Vitalli L, Gaagini G, Merheb M, Rouleau F, et al. Programming optimal atrioventricular delay in dual chamber pacing using peak endocardial acceleration: comparison with a standard echocardiographic procedure. *Pacing Clin Electrophysiol* 2003; 26: 210-3.
8. Gold MR. Optimization of ventricular pacing: Where should we implant the leads? *J Am Coll Cardiol* 1999; 33: 324-6.
9. DeCock CC, Meyer A, Kamp O. Assessment of left ventricular function in relation to electrode position: Effects of right ventricular outflow tract pacing. *Pacing Clin Electrophysiol* 1992; 15: 511.
10. Giudici MC, Thornburg GA, Buck DL, Coyne E, Walton M, Paul D, et al. Comparison of right ventricular outflow tract and apical lead permanent pacing on cardiac output. *Am J Cardiol* 1997; 79: 209-12.
11. Giudici MC, Karpawich PP. Alternative site pacing: It's time to define terms. *Pacing Clin Electrophysiol* 1999; 22: 551-3.
12. Schwaab B, Frohlig G, Alexander C, Kindermann M, Hellwig N, Schwerdt H, 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.
13. Barin ES, Jones SM, Ward DE, Camm AJ, Nathan AW. The right ventricular outflow tract as an alternative permanent pacing site: Long term follow-up. *Pacing Clin Electrophysiol* 1991; 14: 3-6.
14. Karpawich PP, Justice CD, Chang CH, Gause CY, Kuhns LR. Septal ventricular pacing in the immature canine heart: A new perspective. *Am Heart J* 1991; 121: 827-33.
15. Erdogan O, Altun A, Durmus-Altun G, Ozbay G. Inferolateral myocardial perfusion defect caused by right ventricular outflow tract pacing. *Pacing Clin Electrophysiol* 2004; 27: 808-11.
16. Erdogan O, Altun A, Ozbay G. The effect of right ventricular outflow tract and apical pacing sites on electrocardiographic parameters in patients with permanent pacemakers. *Arch Turk Soc Cardiol* 2004; 32: 152-7.
17. Lieberman R, Grenz D, Mond HG, Gammage MD. Selective site pacing: defining and reaching the selected site. *Pacing Clin Electrophysiol* 2004; 27: 883-6.
18. McGavigan AD, Mond HG. Selective site ventricular pacing. *Curr Opin Cardiol* 2006; 21: 7-14.
19. Simantirakis EN, Prassopoulos VK, Chrysostomakis SI, Kochiadakis GE, Koukouraki SI, Lekakis JP, et al. Effects of asynchronous ventricular activation on myocardial adrenergic innervation in patients with permanent dual chamber pacemakers: an I-123 metaiodobenzylguanidine cardiac scintigraphic study. *Eur Heart J* 2001; 22: 323-32.
20. Prinzen FW, Cheriex EC, Delhaas T, van Oosterhout MF, Arts T, Wellens HJ, et al. Asymmetric thickness of the left ventricular wall resulting from asynchronous electric activation: A study in dogs with ventricular pacing and in patients with left bundle branch block. *Am Heart J* 1995; 130: 1045-53.
21. Blanc JJ, Etienne Y, Gilard M, Mansourati J, Munier S, Bosch J. Evaluation of different ventricular pacing sites in patients with severe heart failure: Results of an acute hemodynamic study. *Circulation* 1997; 96: 3273-7.
22. De Cock CC, Giudici MC, Twisk JW. Comparison of the haemodynamic effects of right ventricular outflow-tract pacing with right ventricular apex pacing. *Europace* 2003; 5: 275-8.
23. Buckingham TA, Candinas R, Attenhofer C, van Hoeven H, Hug R, Hess R, et al. Systolic and diastolic function with alternate and combined site pacing in the right ventricle. *Pacing Clin Electrophysiol* 1998; 21: 1077-84.
24. Victor F, Leclercq C, Mabo P, Pavin D, Deviller A, de Place C, et al. Optimal right ventricular pacing site in chronically implanted patients: Prospective randomized crossover comparison of apical and outflow tract pacing. *J Am Coll Cardiol* 1999; 33: 311-6.
25. Riedlebauchova L, Kautzner J, Hatala R, Buckingham TA. Is right ventricular outflow tract pacing an alternative to left ventricular / biventricular pacing? *PACE* 2004; 27: 871-7.
26. Giudici MC, Barold SS, Moeller AL, Meierbachtol CJ, Paul DL, Walton MC. Influence of native conduction status on clinical results with right ventricular outflow tract pacing. *Am J Cardiol* 2003; 91: 240-2.
27. Mabo S, Scherlag B, Munsif AN, Otomo K, Lazzara R. A technique for stable His bundle recording and pacing: electrophysiologic and hemodynamic correlates. *PACE* 1995; 18: 1894-901.
28. Deshmukh P, Casavant DA, Romanyshyn M, Anderson K. Permanent direct His bundle pacing : a novel approach to cardiac pacing in patients with normal His-Purkinje activation. *Circulation* 2000; 101: 869-77.
29. Deshmukh P, Romanyshyn M. Direct His bundle pacing: present and future. *Pacing Clin Electrophysiol* 2004; 27: 862-70.
30. Stambler BS, Ellenbogen K, Zhang X, Porter TR, Xie F, Malik R, et al. Right ventricular outflow versus apical pacing in pacemaker patients with congestive heart failure and atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2003; 14: 1180-6.
31. Linde C, Leclercq C, Rex S, Garrigue S, Lavergne T, Cazeau S, et al. Long-term benefits of biventricular pacing in congestive heart failure: Results from the Multisite Stimulation in Cardiomyopathy (MUSTIC) study. *J Am Coll Cardiol* 2002; 40: 111-8.
32. Young JB, Abraham WT, Smith AL, Leon AR, Lieberman R, Wilkoff BL, et al. Combined cardiac resynchronization and implantable cardioversion defibrillation in advanced chronic heart failure: The MIRACLE - ICD Trial. *JAMA* 2003; 289: 2685-94.
33. Vlay SC. Alternatives when coronary sinus pacing is not possible. *Pacing Clin Electrophysiol* 2003; 26: 4-7.
34. Sai Satish O, Yeh K, Wen M, Wang C. Cardiac resynchronization therapy versus dual site right ventricular pacing in a patient with permanent pacemaker and congestive heart failure. *Europace* 2005; 7: 380-4.
35. O' Donnell V, Nadurata V, Hamer A, Kertes B, Mohammed W. Bifocal right ventricular cardiac resynchronization therapies in patients with unsuccessful percutaneous lateral left ventricular venous access. *Pacing Clin Electrophysiol* 2005; 28 (Suppl): S27-30.
36. Res JJ, Bokern MJ, Vos DH. Characteristics of bifocal pacing: Right ventricular apex versus outflow tract. An interim analysis. *Pacing Clin Electrophysiol* 2005; 28 (Suppl): S36-8.
37. Giudici MC, Barold SS, Paul DD, Schrumph PF, Van Why KJ, Orias DW. Right ventricular outflow tract placement of defibrillation leads: 5-year experience. *Pacing Clin Electrophysiol* 2004; 27: 443-6.