

# Wolff -Parkinson-White Sendromunda Aksesuar Atriyoventriküler Bağlantıların Radyofrekans Kateter Ablasyonu Sonrasında Rastlanan Elektrokardiyografik Anormallikler

Dr. İzzet ERDİNLER, Dr. Ertan ÖKMEN, Dr. Ahmet AKYOL, Dr. Enis OĞUZ,  
Doç. Dr. Kadir GÜRKAN, Doç. Dr. Atilla EMRE, Dr. Tanju ULUFER  
Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Merkezi, İstanbul

## ÖZET

Wolff Parkinson White sendromunda açık aksesuar atriyoventriküler (AV) bağlantıların radyofrekans kateter (RF) ablasyonu sonrasında yüzey elektrokardiyografisinde (EKG), negatif ya da anormal olarak sivrileşmiş T dalgaları şeklinde beliren elektriksel anormalliklere rastlanır. Çalışmanın amacı, açık aksesuar AV bağlantı ablasyonu yapılan hastalarla, gizli aksesuar AV bağlantı ablasyonu ve AV nodal reentrant taşikardi nedeni ile yavaş yol ablasyonu yapılan hastalarda gözlenen EKG değişiklikleri değerlendirmektir. Sürekli açık preeksitasyonlu 25 hasta grup 1'i, gizli aksesuar AV bağlantılı 12 hasta ve AV nodal reentrant taşikardi nedeni ile yavaş yol ablasyonu yapılan 15 hasta (toplam 27 hasta) grup 2'yi oluşturdu. Hastaların tümüne başarılı ablasyon uygulandı. Ablasyon öncesi, ablasyondan sonraki 2 saat içinde ve ablasyondan 5 hafta sonra EKG örnekleri alınarak T dalga değişiklikleri, T dalga aksı, QRS-T açıları, ablasyon lezyon sayısı, zirve kreatin kinaz-MB (KK-MB) değerleri her iki grupta karşılaştırıldı. Açık aksesuar AV bağlantılı 25 hastanın 24'ünde (%96) işlem sonrası alınan EKG' de repolarizasyon anormallikleri gözlemlendi. Buna karşılık 2. grupta yer alan hiçbir hastada bu değişiklikler belirlenmedi ( $p<0.001$ ). Grup 1'de ablasyondan hemen sonra anormal olan T dalga aksı, QRS-T açısı ve repolarizasyon anormalliklerinin 5 hafta içinde düzeldiği saptandı. Bu parametrelerin grup 2'de yer alan hastalarda değişmediği gözlemlendi. Ablasyondan sonra repolarizasyon anormalliklerinin 5 hafta içinde düzeldiği saptandı. Bu parametrelerin grup 2'de yer alan hastalarda değişmediği gözlemlendi. Ablasyondan sonra repolarizasyon anormalliklerinin mekanizmasını açıklamak için "T dalga hafızası" ileri sürülmüştür. Buna göre normal aktivasyon zincirine dönen miyokardiyumun repolarizasyon kalıbında girişim sonrası erken dönemden başlayan ve belli bir süre devam ettikten sonra düzelen T dalga değişiklikleri olarak belirlemektedir. T dalga hafızasının hasta grubumuzda da geçerli olabileceği kanısına vardık.

**Anahtar kelimeler:** Elektrokardiyografi, radyofrekans kateter ablasyonu, Wolff-Parkinson-White sendromu.

Radyofrekans kateter ablasyonu supraventriküler taşikardilerde (SVT) etkinliği kanıtlanmış, birinci tercih tedavi şeklidir. RF kateter ablasyonu ile kalp kasında oluşturulan lezyonlar genellikle yaygın miyokardial hasar oluşturmaz. Bu nedenle işlem sonrası KK-MB seviyelerinde yükselme sınırlıdır (1,2). Oysa RF kateter ablasyonu sonrasında ST yükselmesi ve negatif, sivri ya da anormal yüksek T dalgaları şeklinde ortaya çıkan yaygın elektriksel repolarizasyon anormalliklerine sıklıkla rastlanır (3). Sağ ventrikülün pil ile uyarılması, aralıklarla oluşan sol dal bloğu, ventriküler taşikardi gibi fizyolojik olmayan ventriküler aktivasyonun düzelmesi sonrasında miyokardiyal iskemiye taklit eden geçici repolarizasyon anormalliklerine rastlanmıştır (4-6). Repolarizasyon anormalliklerinin ablasyon sonrası gelişen miyokard hasarına bağlı olması mümkündür. Diğer yandan repolarizasyon değişiklikleri T dalga hafızası ile de açıklanabilir (4). T dalga hafızası miyokardın bir önceki aktivasyon zincirini hatırlayabilmesini ve T dalgalarının zamana bağlı değişimini tanımlar.

Çalışmanın amacı açık ve gizli aksesuar AV bağlantı ablasyonu ve AV nodal reentrant taşikardi nedeni ile yavaş yol ablasyonu yapılan hastalarda, RF kateter ablasyonu sonrasında gözlenen EKG değişikliklerinin mekanizmasını araştırmaktır.

## MATERYAL ve METOD

### Hasta grubu:

Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Merkezi'nde 1997-1999 yılları arasında başarılı RF kateter ablasyonu uygulanmış toplam 52 hasta çalışmaya dahil edildi.

Alındığı tarih: 21 Ocak 2000, revizyon 4 Temmuz 2000  
Yazışma adresi: Dr. İzzet Erdinler, 59. ada, Manolya apt. 4-5B, kat 2 No: 24, Ataşehir - İstanbul  
Bu çalışma 9-12 Ekim 1999 tarihlerinde İzmir'de düzenlenen XV. Ulusal Kardiyoloji Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Yaş ortalamaları  $25 \pm 5$  yıl (yaş aralığı 17-40) olan olguların 29'u erkek, 23'ü kadındı. Sürekli açık preeksitasyonlu 25 hasta grup 1'i oluştururken, gizli aksesuar AV bağlantısı olan 12 hasta ve atriyoventriküler düğüm reentran taşikardisi olan 15 hasta grup 2'yi oluşturdu. Birden fazla aksesuar yolu olan hastalar, aralıklı preeksitasyonlu hastalar ve ST-T değişikliklerine yol açabileceğinden intraventriküler ileti defekti olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

Açık sürekli preeksitasyonlu 25 hastada aksesuar AV bağlantılarının 15'i septal, 8'i sol serbest, 2'si sağ serbest duvar yerleşimliydi. Gizli aksesuar yolu olan 12 hastada aksesuar yolunun 11'i sol ventrikül serbest duvar, 1'i ise septumda yerleşmişti.

#### Kateter ablasyonu:

Tüm hastalardan elektrofizyolojik test ve RF kateter ablasyonu yapılmak üzere izin alındı. Girişim açık durumunda yapıldı. Elektrofizyolojik testi etkileyebileceği düşünülen tüm antiaritmik ilaçları işlemiden en az 5 yıl önce kesildi. Sedasyon için 2-4 mg intravenöz midazolam kullanıldı. Elektrod kateterleri sağ atriyuma, sağ ventriküle, His demetine, koroner sinüse ve gerekirse sol ventriküle konularak pil çalıştırılması, haritalama ve ablasyon yapıldı. RF kateter ablasyonu için Medtronic CardioRhythm Atakı cihazı kullanıldı. Sola yerleşik aksesuar yollar mitral anulusun sol ventrikül yüzünden, sağa yerleşik aksesuar yollar triküspit anulusun atriyal yüzünden ablate edildi. Atriyoventrikül düğümü reentran taşikardisi için yavaş yol ablasyonu yapıldı. Ablasyon kateteri olarak 4 mm distal uçlu 7 Fr Mariner MC kateteri kullanıldı. Radyofrekans akım 45-60 V (genellikle 55 V) düzeyinde verildi, bu esnada güç 30-35 watt düzeyindeydi. Ablasyon sırasında oluşturulan lezyon sayısı kayıt edildi. Girişim sonrası 24 saat içinde her 8 saatte bir Kreatin Kinaz MB ölçümü yapıldı.

#### Elektrokardiyografik analiz:

Ablasyon öncesi, ablasyondan sonraki 2 saat içinde ve ablasyondan 5 hafta sonra EKG kayıtları alındı. EKG örnekleri 25 mm/sn hızda ve 10 mm/mV ile kayıt edildi. Ablasyondan 2 saat sonra çekilen EKG'de ablasyon öncesine göre T dalgasının 5 mm'den fazla sivrileşmesi, 3 mm den daha fazla negatifleşmesi ya da düzleşmesi T dalga değişikliği olarak kabul edildi. Aynı T dalga kriterleri ablasyondan 5 hafta sonra alınan EKG kayıtlarında da araştırıldı. Ablasyon sonrası EKG, her derivasyondaki delta dalgasının yönünün değerlendirilmesi için başlangıç EKG'si ile karşılaştırıldı. Ablasyon öncesi, hemen sonrası ve izlem döneminde çekilen EKG'lerde frontal planda QRS aksı ve T dalga aksı belirlendi. QRS-T açısı ise bu iki aksın arasındaki fark olarak analiz edildi. QRS-T açısı  $<40^\circ$  ise normal olarak kabul edildi. Ablasyon öncesi preeksite EKG'deki QRS süresi ile repolarizasyon anomallikleri arasındaki ilişki de araştırıldı.

münde çekilen EKG'lerde frontal planda QRS aksı ve T dalga aksı belirlendi. QRS-T açısı ise bu iki aksın arasındaki fark olarak analiz edildi. QRS-T açısı  $<40^\circ$  ise normal olarak kabul edildi. Ablasyon öncesi preeksite EKG'deki QRS süresi ile repolarizasyon anomallikleri arasındaki ilişki de araştırıldı.

#### İstatistiksel analiz:

Değerler ortalama  $\pm$  SD ile ifade edildi. Karşılaştırmalar için student t-testi kullanıldı. P değeri  $<0,05$  ise istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

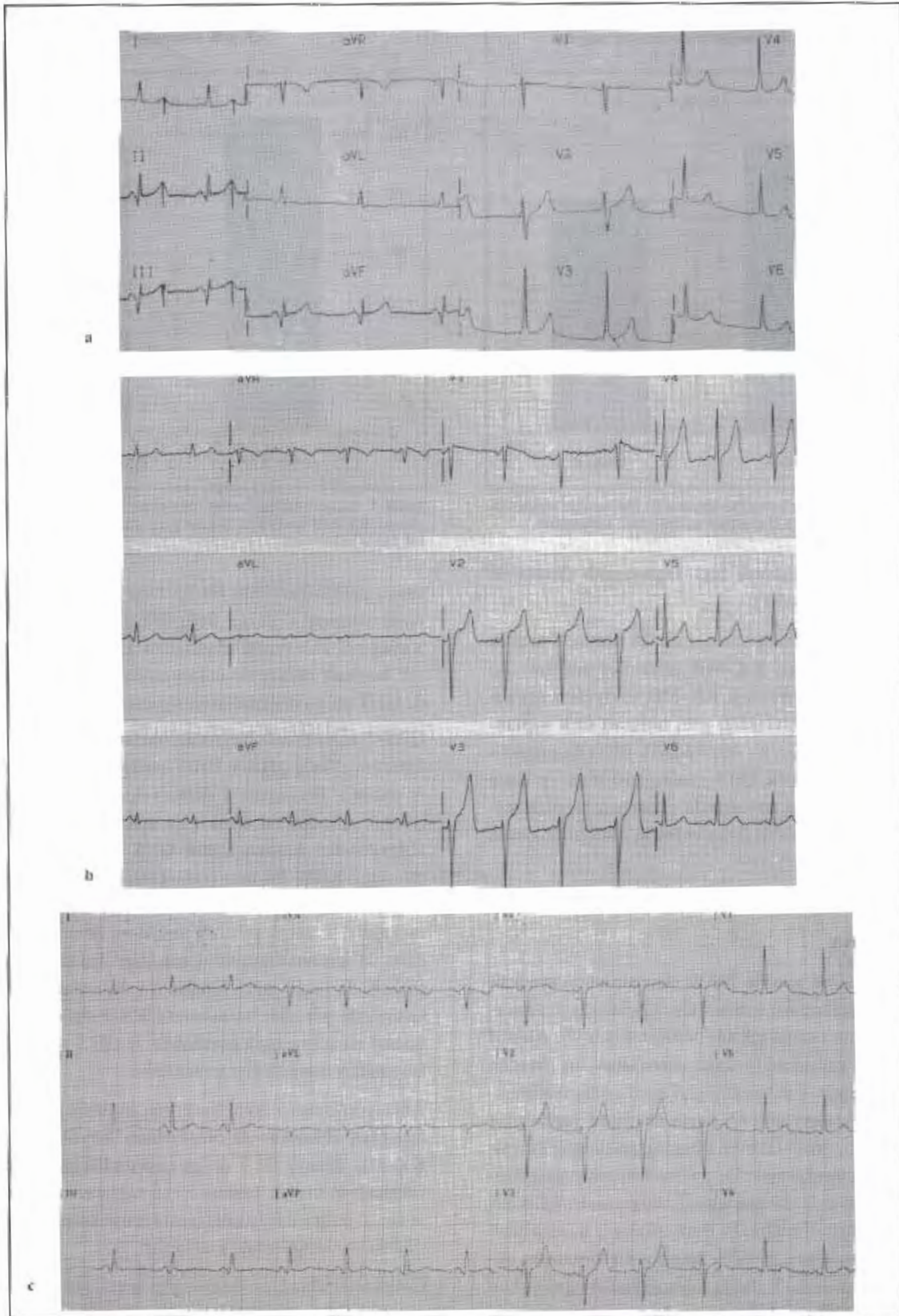
#### BULGULAR

Grup 1 ve grup 2'de yer alan tüm hastalara başarıyla kateter ablasyonu uygulandı. Tüm hastalarda ortalama  $12 \pm 8$  ay (3 ay-2 yıl aralığında) izlem periyodunda nüks saptanmadı. Grup 1'de yer alan 25 hastanın 24'ünde (%96) işlem sonrası alınan EKG kayıtlarında T dalga anomallikleri saptandı. Grup 2'deki hastaların hiçbirinde bu değişiklikler gözlenmedi. Ablasyondan sonra gözlenen T dalga değişiklikleri ile aksesuar AV bağlantı yeri arasındaki ilişki tablo 1'de gösterilmiştir. T dalgalarının ablasyondan önceki EKG'de gözlenen delta dalgalarının kutupluluğuna uygun şekilde değiştiği saptandı (Şekil 1). Ablasyondan 5 hafta sonra bütün değişikliklerin normale döndüğü gözlemlendi. Ablasyon öncesinde 1. gruptaki hastalarda frontal planda QRS-T açısı  $64^\circ \pm 25^\circ$ , 2. grupta ise  $30^\circ \pm 14^\circ$  saptandı ( $p=0,003$ ). Ablasyondan 2 saat sonra alınan EKG kayıtlarında QRS-T açısının iki grup arasında anlamlı derecede farklı olduğu belirlendi ( $p=0,01$ ). Ablasyondan 5 hafta sonra çekilen EKG'lerde QRS-T açıları yönünden iki grup arasında anlamlı fark saptanmadı.

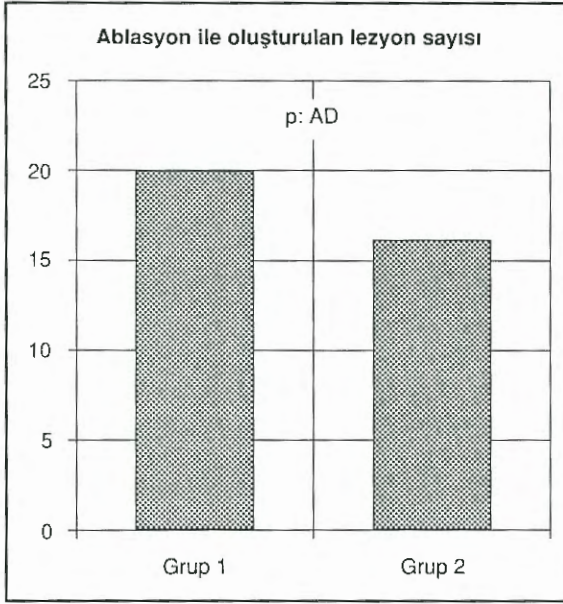
RF kateter ablasyonu sırasında uygulanan enerji ve oluşturulan lezyon sayısı kayıt edildi. Şekil 2'te gösterildiği gibi her iki grup arasında RF kateter ablasyonu ile oluşturulan lezyon sayısı bakımından ista-

Tablo 1. Aksesuar atriyoventriküler bağlantı yerleri ve T dalga değişiklikleri

AV bağlantı yeri	Belirgin T dalga değişikliği	Diğer T dalga değişiklikleri
Posterior (sol,sağ, septal) n=20	DIII aVF T inversiyonu n=20 DII T inversiyonu n=15 Prekord. T sivriligi n=17	D1, aVL de T sivriligi ya da düzleşmesi n=10
Sol lateral n=4	Prekord T sivriligi n=4 ST elevasyonu n=4	DII, DIII, aVF te T sivriligi n=2
Anteroseptal n=1	DII, DIII, aVF te T sivriligi	D1, aVL de T düzleşmesi



Şekil 1. Açık devamlı aksesuar iletimi olan hastanın ab abasyon öncesi (a), ablyasyondan sonraki 2 saat içinde (b) ve 5 hafta sonraki (c) EKG örneklerinde ablyasyondan sonraki 2 saat içinde gözlenen T dalga değışikliklerinin 5 hafta sonra normale döndüğü görülmektedir.



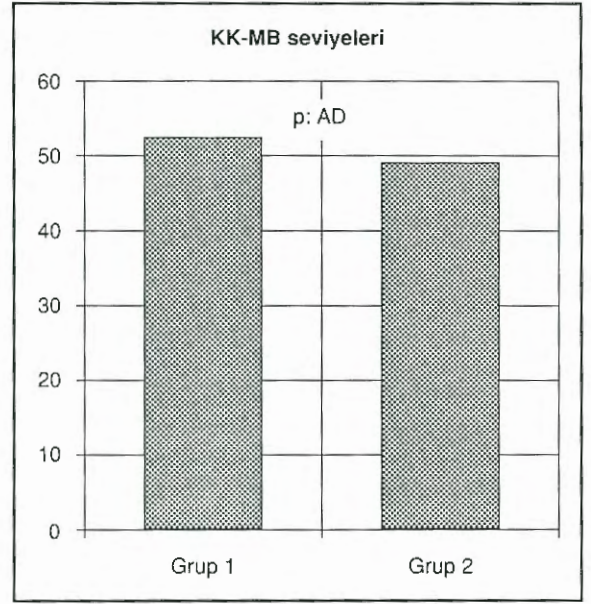
Şekil 2. Radyofrekans kateter ablasyonu ile oluşturulan lezyon sayısı açısından grup I ve II arasında anlamlı fark saptanmadı.

tistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (sırası ile  $20 \pm 18$  ve  $16 \pm 11$  adet).

RF kateter ablasyonu sonrası ilk 24 saatte, 8 saatlik aralıklarla yapılan KK-MB ölçümlerinde her iki grup arasında en yüksek KK-MB seviyeleri açısından şekil 3'te gösterildiği gibi anlamlı fark saptanmadı (sırası ile  $52 \pm 30$ ,  $49 \pm 32$  Ü/l). EKG'de preeksitasyon mevcut iken QRS süresi 150 msn ve daha fazla ise ablasyon sonrasında gözlenen repolarizasyon anormalliklerinin daha belirgin olduğu gözlemlendi ( $p < 0.003$ ).

## TARTIŞMA

İlk olarak 1966 yılında WPW sendromunda preeksitasyon baskılanması sonrasında repolarizasyon anormalliklerinin ortaya çıktığı belirlenmiştir (7). Ablatif girişimler yapılmadan dahi preeksitasyon ortadan kaldırıldığında T dalga değişiklikleri gözlenebilmektedir. Preeksitasyonlu 45 hasta üzerinde yapılan bir araştırmada, prokainamid, ajmalin, ya da göz küresine basınç uygulanması ile preeksitasyonun baskılanması sonrasında 39 hastada T dalga anormallikleri geliştiği gösterilmiştir (3). Radyofrekans kater ablasyonu uyguladığımız WPW sendromlu hastaların büyük bir kısmında T dalga anormallikleri gelişirken bu değişiklikler 5. hafta sonunda tamamen normale dönmüştür. Sadece sol laterale yerleşik açık ve de-



Şekil 3. Radyofrekans kateter ablasyonu sonrasında ölçülen en yüksek KK-MB seviyeleri her iki grup arasında istatistiksel olarak farklı bulunmadı.

vamlı preeksitasyonlu bir hastada RF kateter ablasyonu sonrası T dalga değişikliği gözlenmemiştir. Yavaş yol ablasyonu uygulanan 15 hastada ve gizli AV bağlantı nedeni ile ablasyon uygulanan 12 hastada ise T dalga değişiklikleri saptanmamıştır.

QRS-T açısı preeksitasyonlu hastalarda ablasyon işlemi öncesinde çekilen EKG'lerde anormal değerlere sahiptir. Bu durum T dalga vektörünün QRS vektörünün yönüne zıt olması ile açıklanabilir. Başarılı ablasyondan hemen sonra QRS vektörü normale döndüğü halde bu anormal açının devam etmesi T dalga vektör anormalliğinin sürdüğü anlamına gelmektedir. T dalga vektörü ablasyon öncesi var olan delta dalgasının kutupluluğunu izler. Bu vektör anormalliği de geçici olup 5 hafta içinde normale döner. Grup 2'de yer alan hastalarda QRS-T açısı ablasyon öncesi ve sonrasında normaldir ve QRS vektörü ablasyondan sonra değişmemektedir.

Ablasyon sonrası doku hasarının indirekt parametreleri olan ablasyon ile oluşturulan lezyon sayısı ve KK-MB düzeyi ile T dalga anormallikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı. Dolayısıyla ile T dalga değişikliklerinin miyokard hasarı ile ilişkisi olmadığı sonucuna varıldı.

Çalışmada ablasyon öncesinde, preeksitasyon mevcut iken QRS süresi 150 msn'in üzerinde olan hastalarda ablasyon sonrası T dalga değişikliklerinin daha

belirgin olarak gelişmesi, repolarizasyon anormalliklerinin ventriküler preeksitasyonun büyüklüğü ile ilişkili olabileceğini ileri süren çalışmalarla uyumludur (3,4,8).

T dalga anormallikleri oluş mekanizmaları yönünden primer ve sekonder olarak ikiye ayrılabilir (9). Primer T anormallikleri miyokardiyumda ventriküler aktivasyon zincirinden bağımsız iskemi, hiperkalemi, hipokalemi, dijital, kinidin kullanımı gibi nedenlerle oluşan repolarizasyon bozukluklarını gösterir. Sekonder T dalga anormallikleri ventrikülün elektriksel aktivasyon zincirindeki değişiklikler sonucu oluşur. Rosenbaum (4) miyokard hücresinin depolarizasyon kalıbında bir değişiklik olmadan önce var olan repolarizasyon kalıbını hatırlayabileceğini ileri sürmüştür. Bu hatırlama depolarizasyon kalıbındaki değişiklik sonrası oluşan ve "T dalga hafızası" olarak tanımlanan T dalgalarındaki geçici anormalliğin nedenidir. Costrand-Jäckle (10) izole tavşan kalplerini inceleyerek atriyal pil uygulaması sırasında (depolarizasyonun normal zinciri) aktivasyon süresi ile aksiyon potansiyeli süresi arasında ters bir ilişki olduğunu saptamışlardır. Buna göre hızlı depolarize edilen hücreler yavaş repolarize olurlar. Sonuç olarak aktivasyon zincirinin repolarizasyonu değiştirebileceği öne sürülmektedir. Franz ve ark.(11) insanlarda ayrıntılı intra-operatif haritalama yaparak repolarizasyon ile depolarizasyonun elektrotonik karşılıklı etkileşimi ya da değiştirilebilmesi fikrini ileri sürmüşlerdir. Ardışık şekilde depolarize olan miyokardiyumda farklı potansiyelleri olan lifler arasında elektromotiv güçler ya da akımların karşılıklı etkileşimi ortaya çıkar. Bu güçler en erken miyokardiyal aktivasyon yerlerinde aksiyon potansiyelini uzatır daha geç depolarizasyona uğrayan bölgelerde ise aksiyon potansiyeli süresini kısaltır. Hücreler arası sıkı bağlantılardaki akımlar ve dirençler başlangıç depolarizasyon kalıbı değiştikten sonra bile önceki repolarizasyon zincirini devam ettirebilir.

Miyokard liflerindeki repolarizasyon değişimi için gerekli süre önceki depolarizasyon zamanı ile ilişkilidir. Bu süre aralıklı sol dal bloğunda, iskemide, kısa süreli ventriküler pil çalıştırılmasında bir kaç gündür. Kalp pilinin uyardığı T dalga değişikliklerinin haftalarca sürdüğü ve değişmiş aktivasyon ve/veya kontraksiyon zincirine bağlı olarak miyokardiyumun bölgesel göreceli hipoperfüzyonuna bağlı olduğu bildirilmiştir (12). WPW sendromunda doğumsal olma-

sına ve hastaların geniş yaş aralığına bakılmaksızın anormal T dalgaları 5 haftada tamamen düzelmektedir. Bu durum T dalga hafızası için bir zaman sınırı olabileceğini düşündürmektedir.

Hafıza T dalgasının moleküler mekanizması konusunda çalışmalar sürmektedir. Merkezi sinir sistemi (MSS) hafızası ile ilgili çalışmalar kısa süreli bilgi hatırlamanın iyon kanallarının fosforilasyonu sonucu olduğunu ortaya koymuştur. Buna karşılık uzun süreli hafıza iyon kanallarında yeni protein sentezi ile sağlanır. Ancak MSS' de kısa ve uzun süreli hafızanın her ikisini de aynı işareti veren sistemlerin uyurabileceği görüşü de mevcuttur (13). Katz MSS' de belirtilen bu değişikliklerin kalp için de geçerli olabileceğini ileri sürmüştür (14). Ablasyon sonrası QRS kutupluluğunun normale dönmesi bu proteinlerde yavaş değişikliklere yol açar. Bu yavaş değişiklikler de daha sonra T dalga anormalliklerinde tedrici düzelmelere neden olmaktadır. Düzeltme zamanı hücre membranındaki protein kanallarının yenilenmesi ile ilişkili olabilir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar diğer benzer çalışmalar ile karşılaştırılabilir. Açık aksesuar iletisi olan 29 hasta ile, gizlenmiş aksesuar AV iletisi olan 19 hastayı karşılaştıran, ancak aralıklı preeksitasyonlu hastaların dahil edildiği bir çalışmada (15) RF kateter ablasyonu sonrasında %76 olguda T dalga değişiklikleri geliştiği saptanmıştır. Kalbfleisch ve arkadaşlarının bu çalışmasında intermittant aksesuar yolu olan hastaların araştırmaya dahil edilmesi elde edilen sonuçların yorumlanmasını güçleştirmektedir. T dalga değişikliklerinin preeksitasyonun ortadan kalkmasıyla oluştuğu görüşünü tartışılır kılmaktadır. Bu nedenle çalışmamıza açık ve devamlı WPW hastalar alınmıştır. WPW sendromlu 7 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada (9) ise yüksek enerjili doğru akım kateter ablasyonu uygulanmış ve işlem sonrası hastaların tümünde T dalga değişiklikleri saptanmıştır. Wood ve ark.(8) ise sola yerleşik manifest aksesuar yolların ablasyonu sonrasında T dalga değişikliği saptamamışlardır. Grup 1'de yer alan bir hastada da benzer şekilde sola yerleşik aksesuar yol tespit edilmiş ve bu hastada ablasyon sonrası T dalga değişikliği oluşmamıştır. Araştırmacılar bu durumu sinüs ritminde sola yerleşik aksesuar yolların sağa göre daha geç aktive olması ve bunun sonucunda ventriküler preeksitasyonun daha az olması ile açıklamaktadırlar.

Bajaj ve ark.<sup>(16)</sup> aksesuar AV bağlantıların cerrahi yolla ablasyonu sonrasında gözlenen T dalga değişikliklerini araştırmışlardır. WPW sendromu ve gizli aksesuar yolu olan hastalarda operasyon sonrasında T dalga anormalliklerini benzer sıklıkta belirlemişlerdir. Bu tür girişimde T dalga değişiklikleri oluşmasında kalp cerrahisi sonrasında gelişen perikarditin neden olduğu ileri sürülmüştür. Çalışmamıza alınan hastaların hiçbirinde akut veya kronik perikardit öyküsü ve fizik muayene bulgusu mevcut değildi. İşlem sonrasında ekokardiyografik inceleme yapılmakla beraber akut perikardit semptomlarının olmaması, T dalga morfolojisinin delta dalgasının kutupluluğuna göre değişmesi, değişikliklerin yaygın olmaması ve sadece grup I' deki hastalarda olması nedeni ile perikardite bağlı gelişen T dalga değişikliği düşünülmemiştir. Ancak işlem sonrası ekokardiyografik inceleme bu ayırımın kesinleşmesini sağlayacaktır.

Hafıza T dalgalarının tanınması girişim sonrası erken dönemde ve takipte klinik öneme sahiptir<sup>(17)</sup>. Ablasyondan hemen sonra oluşan T dalgalarındaki değişikliklerinin girişimden kaynaklanan miyokardiyal hasar ya da iskemi olarak değerlendirilmemesi daha uygun yaklaşım olabilir.

## SONUÇ

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre açık aksesuar AV bağlantısı olan WPW sendromlu hastalarda kateter ablasyonu sonrasında gelişen, miyokard hasarından kaynaklanmadığı gösterilen, geçici ve selim nitelikte olan ve belli bir süre sonra komplikasyon oluşturmadan düzelen T dalga değişikliklerinin tanınarak miyokardiyal iskemi olarak yorumlanmaması ve hasta takibi açısından çok pahalı olan koroner yoğun bakım ünitelerinin, pahalı testlerin ve uzun hastanede yatış sürelerinin sınırlanması gerektiği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Jackman WM, Wang X, Friday KS, et al: Catheter ablation of accessory atrioventricular pathways (Wolff-Parkinson-White syndrome) by radiofrequency current. *N Engl J Med* 1991; 324: 1605-11
2. Calkins H, Sousa J, El-Atassi R, et al: Diagnosis and cure of the Wolff-Parkinson-White syndrome or paroxysmal supraventricular tachycardias during a single electrophysiologic test. *N Engl J Med* 1991; 324: 1612-8

3. Nicolai P, Medvedowsky JL, Delange M, Barnay C, Blache E, Pisapia A: Wolff-parkinson-White syndrome: T wave abnormalities during normal pathway conduction. *J Electrocardiography* 1981; 14: 295-300
4. Rosenbaum MB, Blanco HH, Elizari MV, Lazzari JD, Davidenko JM: Electronic modulation of the T wave and cardiac memory. *Am J Cardiol* 1982; 50: 213-22
5. Engel JR, Shah R, DePodesta LA, Franke WS, Krause RL: T wave abnormalities of intermittent left bundle branch block. *Ann Intern Med* 1978; 89: 204-6
6. Chatterjee K, Harris A, Davies G, Leatham A: Electrocardiographic changes subsequent to artificial ventricular depolarization. *Br Heart J* 1969; 32: 770-9
7. Apostolov L: Su una nuova prava farmacologica nella sindrome di Wolff-Parkinson-White. *Minerva Med* 1967; 58: 216-30
8. Wood M, DiMarca J, Haines D: Electrocardiographic abnormalities after radiofrequency catheter ablation of accessory bypass tracts in the Wolff-Parkinson-White syndrome. *Am J Cardiol* 1992; 70: 200-4
9. Poole JE, Bardy GH: Further evidence supporting the concept of T-wave memory: observation in patients having undergone high-energy direct current catheter ablation of the Wolff-Parkinson-White syndrome. *Eur Heart J* 1992; 13: 801-7
10. Costard-Jäckle A, Goetsch B, Antz M, Franz MR: Slow and long lasting modulation of myocardial repolarization produced by ectopic activation in isolated rabbit hearts. *Circulation* 1989; 80: 1412-20
11. Franz MR, Bargher K, Rofflenbuel W, Havarich A, Lichtlen PR: Monophasic action potential mapping in human subjects with electrocardiograms: direct evidence for genesis of the T wave. *Circulation* 1987; 75: 379-86
12. Fu L, Imai K, Okabe A, Mashima S, Takahashi N, Kato K: A possible mechanism for pacemaker-induced T-wave changes. *Eur Heart J* 1992; 13: 1173-9
13. Goelet P, Gastellacci VT, Schacker S, Kandel ER: The long and short-term memory: a molecular framework. *Nature* 1986; 322: 419-22
14. Katz A: T wave "memory": possible caused relationship to stress-induced changes in cardiac ion channels? *J Cardiovasc Electrophysiol* 1992; 2: 150-3
15. Klafleisch SJ, Sousa J, El-Atassi R, Calkins H, Langberg J: Repolarization abnormalities after catheter ablation of accessory atrioventricular connections with radiofrequency current. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18: 1761-6
16. Bajaj A, Miles W, Klein L, Zipes D: Etiology of T wave abnormalities in WPW patients after surgical interruption of the accessory pathway. *NASPE VII World Symposium on Cardiac Pacing and Electrophysiology. PACE* 1989; 12: 686
17. Heguera ME, Pinski SL, Sterba R, Trohman R: Memory T waves after radiofrequency catheter ablation of accessory atrioventricular connections in Wolff-Parkinson-White syndrome. *J Electrocardiography* 1994; 27: 243-9