

# Çok Damar Hastalığı Tanısında Egzersiz Testinden Elde Edilen Yeni Bir İndeks: Stres-Toparlanma İndeksi

Dr. Mehmet AKSOY, Dr. Metin GÜRSENER, Dr. Ayşe Emre PINARLI, Dr. Kadir GÜRKAN, Dr. Kemal YEŞİLÇİMEN, Dr. Tezer ULUSOY, Dr. Birsen ERSEK  
Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Merkezi, İstanbul

## ÖZET

Çalışmamızda, egzersiz ve toparlanma döneminde kalp hızına bağlı olarak ST-segment çökmesi kinetiği ve derecesindeki değişimleri gösteren yeni bir indeksin (Stres-Toparlanma İndeksi (STİ)) çok damar hastalığı (ÇDH) tanısındaki değerini araştırdık. Daha önce miyokard infarktüsü geçirmemiş 168 olguya semptomla sınırlı treadmill egzersiz testi ve koroner anjiyografi uygulandı. Her test sonunda, en fazla ST çökmesinin görüldüğü derivasyon STİ'nin hesaplanması amacıyla ileri analiz için seçildi. Kalp hızları ve bunlara karşılık gelen ST çökmesi değerleri bir koordinat sisteminde sırasıyla x ve y eksenlerine yerleştirildi. Bu değerlerden geçen doğruların kesişim noktalarının birleştirilmesiyle taban çizgisi altında kalan ve ST trendi tarafından sınırlandırılan egzersiz için A1, toparlanma dönemi için A2 alanları elde edildi. A1'den A2'nin çıkarılmasıyla bulunan fark da STİ olarak tanımlandı. Koroner anjiyografi bulgularına göre olgular ÇDH olanlar (grup I, n=79) ve olmayanlar (grup II, n=89) şeklinde ikiye ayrıldı. I. grupta ortalama STİ değeri II. gruptan belirgin şekilde daha düşük bulundu ( $-21.1 \pm 24$ ,  $11.0 \pm 28$  mmxvuru/dk;  $p < 0.0001$ ). ÇDH riskinin arttığı STİ değeri alıcı-işlemci eğrisiyle  $-4$  mmxvuru/dk olarak belirlendi. Buna göre STİ  $\leq -4$  mmxvuru/dk kriterinin ÇDH tanısında duyarlılığı %80, özgüllüğü %79 bulundu. Diğer egzersiz parametreleri ile kıyaslandığında STİ'nin benzer özgüllük seviyesinde daha yüksek duyarlılığı sahip olduğu görüldü. Özellikle 3-damar hastalığı tanısında diğer kriterlerden daha duyarlı (95%) bulundu. Sonuç olarak, STİ'nin standart egzersiz parametrelerinin yetersiz olduğu hastalarda ÇDH tanısında kullanılabilecek yeni bir kriter olduğu kanısına varıldı.

**Anahtar kelimeler:** Egzersiz testi, stres-toparlanma indeksi.

Üç damar hastalığı ve sol ana koroner darlığı bulunan yüksek riskli koroner anatomiye sahip hastalarda cerrahi tedavinin medikal tedaviye göre yaşam

Alındığı tarih: 9 Eylül, revizyon: 2 Aralık 1997  
Yazışma adresi: Sofular Mah. Kızıtaşı Kızanlık Cad. No: 4/5 Müftüoğlu Apt. 34260 Fatih, İstanbul  
Tel.: (0 212) 34 46 13  
Bu çalışma 21-25 Nisan 1996 tarihlerinde Marmaris'te düzenlenen Türk-Alman Hipertansiyon ve Ateroskleroz Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

süresini belirgin olarak uzattığı gösterilmiştir (1-4). Bu nedenle koroner arter hastalığı (KAH) şüphesiyle tetkik edilen hastaların noninvazif testlerle düşük ve yüksek riskli gruplara ayrılması, daha ileri tanı girişimi gerektiren olguların seçiminde ve tedavinin yönlendirilmesinde oldukça önemlidir. Bu testlerin en düşük maliyetli ve en kolay uygulanır olan egzersiz elektrokardiyografisi, KAH tanısı yanısıra yaygınlığının belirlenmesinde de en sık kullanılan değerlendirme yöntemidir (5). Yüksek riskli koroner anatomiye sahip hastaların öngörülmesinde çeşitli çalışmacılar tarafından değişik egzersiz testi parametreleri kullanılarak bir çok araştırma yapılmıştır (6-9).

Bu çalışmanın amacı, son yıllarda ortaya atılan, egzersiz ve toparlanma döneminde kalp hızına bağlı olarak ST-segment çökmesi kinetiği ve derecesindeki değişimleri gösteren yeni bir egzersiz testi parametresi "Stres-Toparlanma İndeksi (STİ)"nin (10), çok damar hastalığı (ÇDH)'ni ayırt etmedeki değerini incelemektir. Önceki çalışmada (10), miyokard infarktüsü sonrası hastalarda ÇDH'nin tanınmasında diğer egzersiz parametrelerinden üstün olduğu bildirilen bu indeksin değerini miyokard infarktüsü geçirmemiş hasta grubunda araştırmak istedik.

## MATERYEL ve METOD

Çalışma İstanbul Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Merkezinde Ocak-Haziran 1995 tarihleri arasında egzersiz testi ve takip eden iki ay içinde koroner anjiyografi uygulanan 168 hastada gerçekleştirildi. Yaş ortalaması  $54.2 \pm 9$  (yaş aralığı 31-73) olan olguların 135'i erkek, 33'ü kadındı. Daha önce miyokard infarktüsü geçirenler, istirahat elektrokardiyografisinde (EKG) dal bloku ve intraventriküler ileti gecikmesi olanlar, sık ektopik vurusu görülenler, kardiyomiyopati, valvüler kalp hastalığı, konjestif kalp yetersizliği ve hipertansiyonu olanlar çalışma dışı bırakıldı.

**Egzersiz testi:** Kalsiyum antagonistleri ve beta blokerler 2 gün, nitratlar 12 saat önce kesildi. Hastaların hiç birisi digital kullanmıyordu. Tüm olgulara Quinton 5000 cihazı ile standart Bruce protokolüne göre (11) semptomla sınırlı treadmill egzersiz testi uygulandı. Test öncesi ayakta dururken, egzersiz sırasında her kademe sonu ve zirvede, toparlanma döneminde ise otururken 1., 3., ve 5. dakikalarda 12 derivasyonlu EKG kaydı alındı. İndirekt oskültatuvar yöntemle sfigmomanometre ve "cuff" kullanılarak aynı aralıklarla kan basıncı ölçümleri yapıldı. Aşırı yorgunluk, nefes darlığı, artan göğüs ağrısı, kompleks ventriküler aritmi ya da hipotansiyon görülünce teste son verildi (5). ST segment çökmesi, aVR ve V1 dışındaki derivasyonlarda PR segmenti orta noktasıyla, ST segmentinde J noktasından 80 msan sonraki nokta arasındaki dikey mesafe ölçülerek hesaplandı. Bu mesafenin "horizontal" veya "downsloping"  $\geq 1$  mm, yavaş "upsloping"  $\geq 1.5$  mm olması pozitiflik ölçütü olarak kabul edildi. Test sırasında görülen iskemik cevap düzelinceye kadar hastalar yakından izlendi.

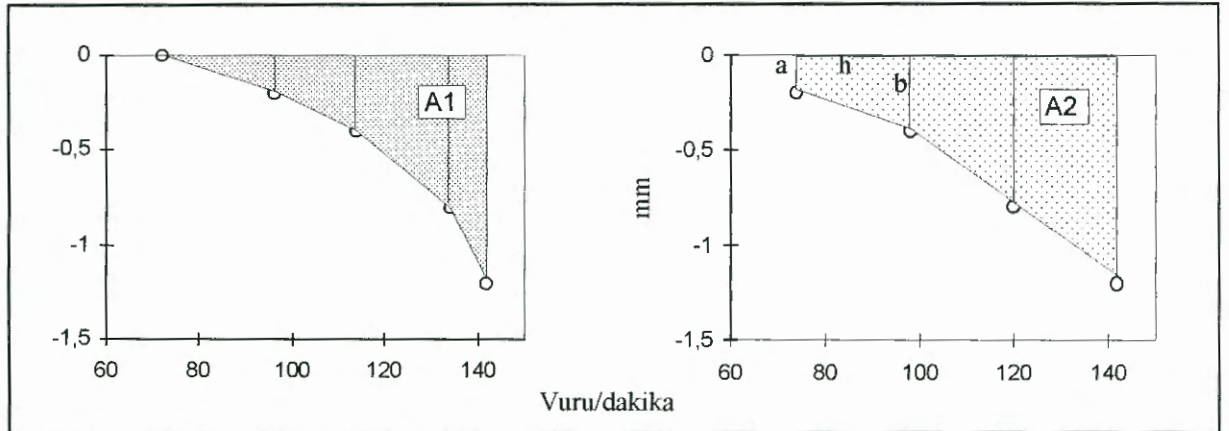
**STİ ölçümü:** Her test sonunda en fazla ST-segment çökmesi görülen derivasyon ileri analiz için seçildi. Bir koordinat düzlemi oluşturularak yatay eksen üzerine istirahat, her kademe sonu, zirve egzersiz ve toparlanma dönemi 1., 3., 5. dakikalardaki kalp hızları; dikey eksen üzerine de bunlara karşılık gelen ST-segment çökmesi değerleri yerleştirildi (Şekil 1). Yatay ve dikey eksen üzerindeki bu değerlerden geçen doğruların kesişim noktalarının birleştirilmesiyle yatay taban çizgisi altında kalan egzersiz (A1) ve toparlanma dönemi (A2) için ayrı ayrı alanlar oluşturuldu. Yamuk şeklindeki bu alanların bilgisayar yardımıyla hesaplanması ile elde edilen A1 değerinden A2'nin çıkarılmasıyla da STİ bulundu (10). Eğer test sırasında ST-segment çökmesi görülmediyse STİ sayısal olarak dikkate alınmadı ve test ÇDH açısından negatif kabul edildi.

**ST/kalp hızı eğiminin ölçümü:** Lineer regresyon analizi kullanılarak ST-segment çökmesi kalp hızı değişimine göre normalize edildi. Lineer regresyon analizi ile hesaplanan, en yüksek ST/kalp hızı eğimi sonuç kabul edildi (12,13). Daha önceki çalışmalarda (14,15) bildirilen  $\geq 6V/vuru/dakika$  değeri ÇDH göstergesi olarak alındı.

Egzersiz testinden elde edilen ve ST/kalp hızı eğimiyle birlikte ÇDH tanısında STİ ile karşılaştırmada kullanılan diğer parametreler (16) de şunlardır: 1) ST-segment çökmesinin  $\geq 2$  mm ölçülmesi, 2) egzersiz kapasitesinin  $\leq 6$  MET's olması, 3) iskemik cevabın görüldüğü egzersiz eşiğinin  $\leq 6$  MET's bulunması, 4) toparlanma döneminin  $>5$  dakika sürmesi (görülen iskemik cevabın düzleme süresinin uzaması).

**Koroner anjiyografi:** Phillips Integris H 3000 cihazı kullanılarak Judkins tekniğiyle yapıldı. Sol damar sisteminin en az dört, sağ damar sisteminin en az dört, sağ damar sisteminin en az iki plandan sineanjiyogram kayıtları alındı. Kayıtlar Tagarno 35-Cx cihazı ile egzersiz testi sonuçları bilinmeksizin aynı kardiyolog tarafından değerlendirildi. Darlıkların yüzdesi yanındaki normal segmente %100 değeri verilerek kıyaslama ile belirlendi. Sol ana koroner, sol ön inen dal, sirkumfleks arter, sağ koroner arter ve bu arterlerin büyük dallarında %70 ve üzerindeki darlıklar anlamlı lezyon olarak kabul edildi. Ana epikardiyal arterler veya dallarından birinde anlamlı darlık görülmesi tek damar hastalığı, iki veya üçünde ya da sol ana koronerde darlık görülmesi de ÇDH şeklinde tanımlandı. buna göre olgular ÇDH olanlar (I. grup) ve olmayanlar (II. grup: koroner arterlerinde anlamlı darlık görülmeyenler ve tek damar hastaları) şeklinde iki gruba ayrıldı.

**İstatistiksel analiz:** Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edildi. Gruplar arasında ortalamaların karşılaştırılmasında eşleştirilmemiş t-testi kullanıldı. "p" değerinin 0.05'den küçük olması anlamlı kabul edildi. Koroner anjiyografi sonuçları altın standart alınarak STİ ve diğer egzersiz testi parametrelerinin ÇDH tanısındaki duyarlılık, özgüllük, prediktif değer ve doğruluğu standard formlere (17) göre hesaplandı. Testin duyarlılık ve özgüllüğü pozitif kabul edilen değere göre değiştiği için STİ'nin duyarlılık ve özgüllüğü "alıcı işlemci eğrisi (receiver-operating characteristics curve analysis)" (18) kullanılarak çok sayıda değer üzerinde karşılaştırıldı ve maksimal tanı değeri sağlayan STİ belirlendi. Testten elde edilen parametrelerin ÇDH tanısındaki duyarlılık ve özgüllüklerinin karşılaştırılmasında Mc Nemar testi kullanıldı.



**Şekil 1.** STİ'nin hesaplanması. A1: Egzersiz A2: Toparlanma dönemi. A1 için istirahat, her kademe sonu ve zirve egzersiz; A2 için egzersiz, toparlanma dönemi 1., 3., ve 5. dakika kalp hızları yatay eksene, bunlara karşılık gelen ST-segment çökmesi değerleri de dikey eksene yerleştirilmiştir. Kesişim noktalarının birleştirilmesiyle taban çizgisi altında kalan yamuk şeklinde alanlar ortaya çıkmıştır. Her bir yamuk alanı  $(a+b) \times h / 2$  formülüne göre hesaplanmış ve her iki döneme ait yamuk alanlarının ayrı ayrı toplanmasıyla A1 ve A2 değerleri elde edilmiştir. A1'den A2'nin çıkarılmasıyla da STİ değeri bulunmuştur (STİ=A1-A2). Geliştirilen bilgisayar programı ile bu işlemlerin kısa zamanda yapılması sağlanmıştır.



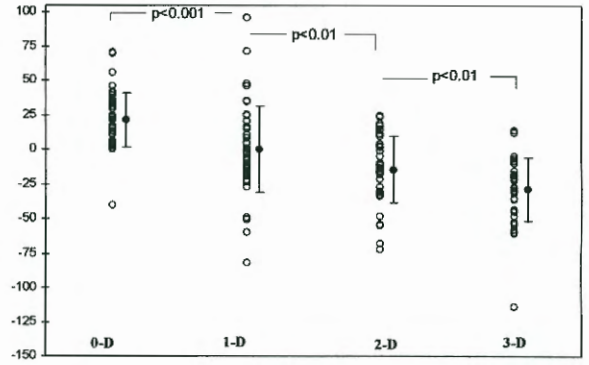
## BULGULAR

Hastaların tümünde egzersiz testi ve koroner anjiyografi herhangi bir komplikasyon olmadan tamamlandı. Koroner anjiyografide olguların 45'inde anlamlı darlık görülmedi. 44'ünde 1 damar, 40'ında 2 damar ve 39'unda 3 damar hastalığı saptandı. Buna göre 2-ve 3-damar hastası 79 kişi ÇDH olan I. grubu, epikardiyal arterlerinde anlamlı darlık bulunmayan veya tek damar hastası 89 kişi de II. grubu oluşturdu.

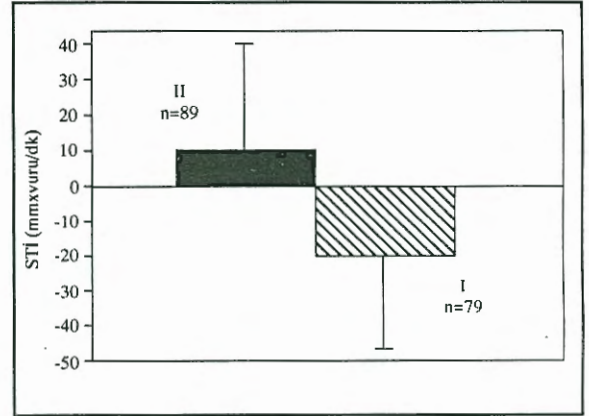
İki grubun klinik özellikleri ve egzersiz performanslarının karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar tablo 1'de verilmiştir. Her iki grup arasında yaş açısından anlamlı fark bulunmazken II. grubun daha fazla sayıda kadın olgulardan oluştuğu görüldü. Bu farklılık normal koroner arterlere sahip kadın sayısının bu grupta fazla olmasına bağlandı. Erişilen hedef kalp hızı düzeyi, METs değeri, maksimal sistolik kan basıncı ve çift ürün gibi egzersiz parametreleri yönünden ise I. grup daha düşük egzersiz performansına sahip bulundu.

I. grubun 75'inde (%94), II. grubun 55'inde (%61) egzersiz testi pozitif bulundu. En fazla ST-segment çökmesi görülen ve STİ'nin hesaplanması amacıyla ileri analiz için seçilen derivasyonlar ise sırasıyla V5 (%62), aVF (%14), V4 (%10), D2 ve V6 (%4) olarak bulundu.

Hesaplanan STİ değerleri ile koroner anjiyografi bulguları arasında belirgin korelasyon saptandı (Şekil 2). Ortalama STİ değeri koroner arterlerinde anlamlı darlık olmayanlarda  $21.4 \pm 20$ , I-damar hastalarında  $0.3 \pm 31$ , 2-damar hastalarında  $-14.5 \pm 24$ , 3-damar hastalarında  $-28.8 \pm 23$  mmxvuru/dakika bulundu ve aralarında anlamlı farklılık görüldü. Olgular iki grupta toplandığında ise ÇDH'ndan oluşan I. grubun



Şekil 2. Koroner anjiyografi bulgularına göre STİ değerleri. D: Damar hastalığı.



Şekil 3. Grupların STİ değerleri.

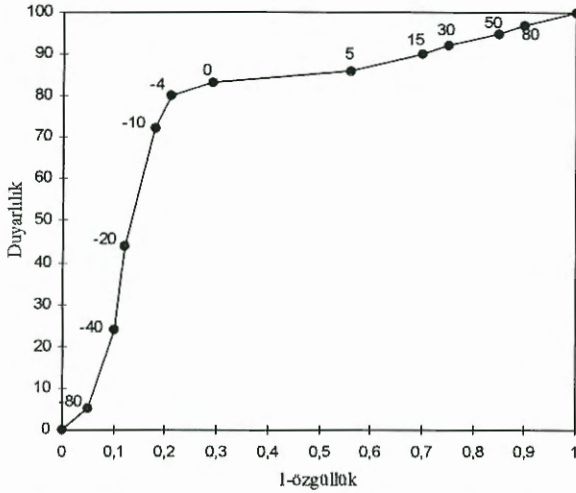
STİ değeri ortalama  $-21.1 \pm 24$ , II. grubun  $11.0 \pm 28$  mmxvuru/dakika olarak hesaplandı ve aralarında ileri derecede anlamlı fark tesbit edildi ( $p < 0.0001$ ) (Şekil 3).

ÇDH riskinin arttığını gösteren STİ sınırı alıcı-işlemci eğrisi oluşturularak belirlendi. Şekil 4'de görüldüğü gibi  $-4$  mmxvuru/dakika değeri en fazla duyarlılığa sahip maksimal özgüllük gösteren STİ olarak bulundu. Bu sınırın üstündeki değerler duyarlılıkta belirgin artışa yol açmaksızın özgüllükte önem-

Tablo 1. Grupların klinik özellikleri ve egzersiz performansları.

	Yaş (yıl)	Cinsiyet (K/E)	Erişilen kalp hızı (%)	METs (ml/dk/kg)	Maksimal S.K.B (mmHg)	Maksimal çift ürün*
I. grup n=79	56±7	4/75	87±10	7.4±2.1	171±29	24±5
II. grup n=89	55±10	29/60	93±7	8.9±1.0	183±28	28±5
p>	AD	0.0001	0.0001	0.0001	0.01	0.0001

S.K.B: Sistolik kan basıncı, \*mmHg xvuru/dakikal1000, AD: Anlamlı değil.



Şekil 4. ÇDH riskinin arttığı STİ değerinin alıcı-işlemci eğrisiyle belirlenmesi

li düşmeye, altındaki değerler ise özgülükte belirgin artış sağlamazken duyarlılıkta önemli azalmaya neden olmaktadır. Buna göre  $\leq -4$  mmxvuru/dakika değeri ÇDH göstergesi kabul edilerek STİ'nin ÇDH'ni öngörmeye tanı değeri belirlendi ve diğer egzersiz EKG kriterleri ile kıyaslandı (Tablo 2). STİ'nin duyarlılığı %80, özgülüğü %79, pozitif prediktif değeri %77, negatif prediktif değeri %81 ve doğruluğu %79 bulundu. STİ'nin benzer özgülük değerlerinde diğer parametrelerden anlamlı olarak daha yüksek duyarlılığa sahip olduğu görüldü. Doğruluğu ise ST/kalp hızı eğimi ile benzer bulunurken diğer kriterlerle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak fark olmasa da sayısal olarak daha yüksek olduğu tesbit edildi.

Üç damar hastalığı tanısında STİ'nin duyarlılığı %95, özgülüğü %68 bulundu (Şekil 5). Diğer egzersiz parametreleri ile karşılaştırıldığında STİ'nin özgülüğünde anlamlı azalma olmaksızın duyarlılığının daha yüksek olduğu görüldü.

Tablo 2. ÇDH'ni öngörmeye STİ'nin tanı değeri ve diğer egzersiz kriterleri ile kıyaslanması

	STİ $\leq -4$ mmxvuru/dk	ST-segment çökmesi $\geq 2$ mm	Egzersiz kapasitesi $\leq 6$ METs	İskemik bulgu $\leq 6$ METs	Toparlanma süresi $> 5$ dk	ST/kalp hızı eğimi $\geq 6$ mcVxvuru/dk
Duyarlılık	80	68*	35***	57***	62**	60**
Özgülük	79	77	80	78	72	87
PPD	77	69	62*	70	66	81
NPD	81	74	58***	67*	68	6
Doğruluk	79	71	59**	68	67	80

PPD: Pozitif prediktif değer, NPD: Negatif prediktif değer.  
STİ ile karşılaştırıldığında \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ .

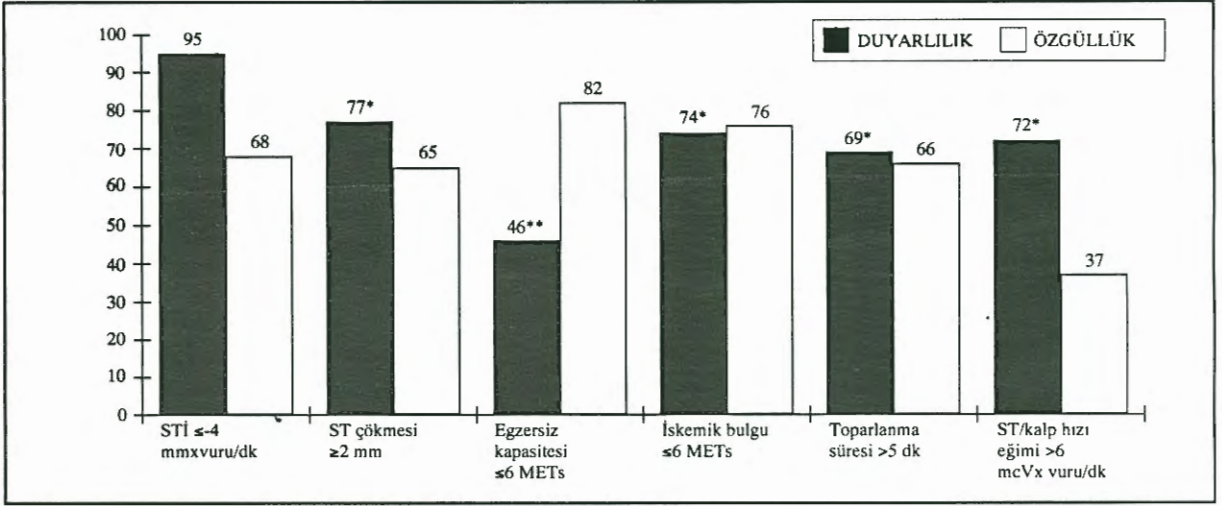
## TARTIŞMA

KAH yaygınlığının belirlenmesinde egzersiz testinden elde edilen çok sayıda parametre ortaya atılmıştır. Egzersizle oluşan ST-segment çökmesi derecesi, oluşan ST-segment çökmesinin düzelme süresi, egzersizin düşük kademelerinde testin pozitif olması ve düşük egzersiz kapasitesi bunlardan en çok araştırılanlarıdır (6,7,9,16,19-21). Ancak ÇDH tanısında bu parametrelere ait yüksek tanı değerleri elde edilememesi araştırmacıları egzersizde kalp hızıyla ilişkili ST-segment çökmesi incelemelerine (8,14,22) ve toparlanma dönemi ST-segment değişimlerini incelemeye (23) yöneltmiş ve daha yüksek tanı değerleri bildirilmiştir.

Yakın zamanda Bigi ve ark. (10), egzersiz ve toparlanma dönemlerinde kalp hızına karşılık gelen ST-segment çökmelerinin karşılaştırmalı analizini sağlayan yeni bir egzersiz testi parametresi ortaya atmışlardır. STİ adını verdikleri bu bulgunun ÇDH tanısındaki değerini akut miyokard infarktüsü sonrası hasta grubunda bisiklet ergometri kullanarak araştırmışlar ve ÇDH tanısında %65, üç damar hastalığı tanısında %79 duyarlılık ile diğer standart egzersiz testi parametrelerinden daha üstün bulmuşlardır. Bu çalışmada ÇDH riskinin arttığı sınır, alıcı-işlemci eğrisi (receiver-operating characteristics curve) ile  $< -5$  mmxvuru/dakika olarak belirlenmiştir. Bigi ve ark., bu indeksin hem miyokard oksijen gereksinimine göre normalize edilen subendokardiyal iskeminin kantitatif hesaplanmasını hem de iskeminin gelişimi ve düzelmesi arasındaki oranın kalitatif değerlendirilmesini içerdiğini bildirmişlerdir.

Treadmil egzersiz testi kullanarak miyokard infarktüsü geçirmemiş hasta grubunda yapmış olduğumuz bu çalışmamızda ÇDH tanısında %80, üç damar has-



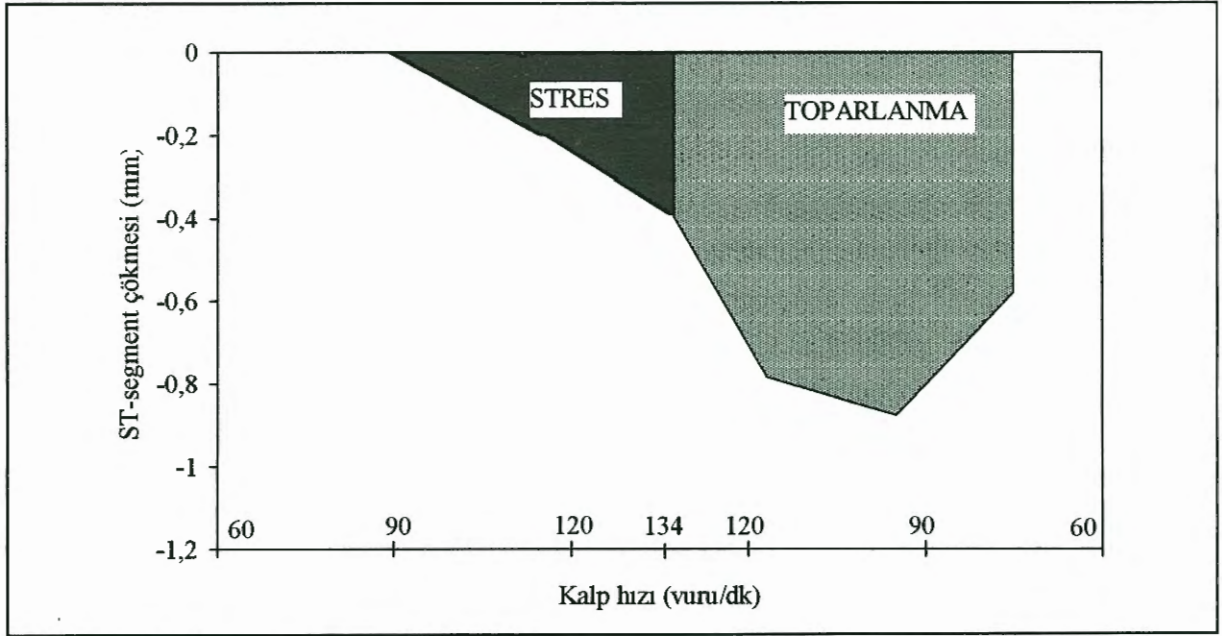


Şekil 5. Üç damar hastalığı tanısında STİ'nin diğer egzersiz testi kriterleriyle kıyaslanması. STİ ile karşılaştırıldığında \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$

talığı tanısında %95 duyarlılık ile Bigi ve arkadaşlarından daha yüksek tanı değerleri elde ettik. Bu farkı çalışma gruplarının farklı olması ile açıklayabiliriz. Miyokard infarktüsü geçiren hastalarda egzersiz testinin duyarlılığı azalmaktadır (24,25). Bu nedenle böyle vakalardan oluşan Bigi ve arkadaşlarının çalışma grubunda daha düşük tanı değerleri elde edilmesi doğal karşılanabilir. Çalışmamızda ayrıca diğer egzersiz parametrelerinin de Bigi ve arkadaşlarından daha yüksek duyarlılığa sahip bulunması bu düşüncemizi desteklemektedir. ÇDH riskinin arttığı sı-

nırı ise alıcı-işlemci eğrisiyle  $\leq -4$  mmxvuru/dakika olarak Bigi ve arkadaşlarınınkine yakın bulduk.

ÇDH ve üç damar hastalığı tanısında STİ'ni benzer özgüllük değerinde diğer standart egzersiz kriterlerinden daha yüksek duyarlılığa sahip bulduk. ST-segment çökmesinin  $\geq 2$  mm ölçülmesi, egzersiz kapasitesinin  $\leq 6$  METs olması, iskemik cevabın görüldüğü egzersiz eşiğinin  $\leq 6$  METs bulunması ve toparlanma döneminin  $> 5$  dakika sürmesi gibi standart egzersiz kriterlerine ait çalışmamızda elde edilen ta-



Şekil 6. Koroner anjiyografisinde üç damar hastalığı saptanan bir hastanın egzersiz testindeki ST-segment değişimi. Stres sırasında ST-segment çökmesi en fazla 0.4 mm, toparlanma döneminde ise 0.9 mm'ye ulaşmakta, yani KAH için tanısıl 1 mm sınırına erişmemektedir. Buna karşılık aynı hastanın STİ değeri çok düşük hesaplanmıştır (-34.1 mmxvuru/dk). Bu da ÇDH için pozitif testi işaret eder.

nı değerleri literatürdeki çalışmalarla (6,7,9,16,19-21,26) benzer bulunurken; ST kalp hızı eğimi  $\geq 6$  mV/vuru/dakika kriterinin duyarlılığı (ÇDH tanısında %60, üç damar hastalığı tanısında %72) daha önceki çalışmalarda (8,14,22) bildirilen yüksek değerler ile çelişmektedir. Bu kritere ait daha düşük tanı değerini uyguladığımız egzersiz testi protokolünün farklı olması ile açıklayabiliriz. ST/kalp hızı eğimi hesaplamalarında genellikle kalp hızında daha yavaş artışlara yol açan protokoller tercih edilir (27). Ancak laboratuvar şartlarımız nedeniyle çalışmamızda kalp hızında daha büyük artışlara yol açan Bruce protokolünü kullandık. Diğer bir neden ST-segment çökmesinin ölçüldüğü yerlerin farklı olması olabilir. ST-segment ölçümünün J-noktasından 60 ms sonra yapıldığı çalışmalarda (8) J'den sonra 80 ms'de ölçüm yapılan çalışmamıza göre daha fazla ST-segment çökmesi, dolayısıyla yüksek ST/kalp hızı eğimi beklenebilir. Ancak sonuçta STİ'nin en az ST/kalp hızı eğimi kadar veya ondan daha fazla ÇDH'nı tanımada değerli olduğu görülmektedir. Bu konuda karşılaştırmalı başka çalışmaların yapılması faydalı olabilir.

STİ ile ÇDH'nı öngörmeye yüksek tanı değerleri elde edilmesi şu hipotezlerle açıklanabilir: 1- Toparlanma döneminde ST-segment çökmesi ile miyokard oksijen ihtiyacı arasında egzersizde olduğu gibi doğrusal bir ilişki yoktur (28). Bu dönemde daha düşük miyokard oksijen gereksinim seviyelerinde de, özellikle ciddi KAH'larında, iskemi ortaya çıkabilir. 2- Yaygın KAH'larında egzersizde meydana gelen miyokard anerobik metabolizmasına ait ürünlerin yavaş klirensi nedeniyle toparlanma fazında ST-segment çökmesinin düzelmesi gecikebilir (29). STİ, iskemi-deki düzelmenin geciktiği bu gibi durumların tesbitine imkan sağlar. 3- Egzersiz sonrası venöz göllenmeye bağlı kardiyak debide ani düşüş olması koroner kan akımında azalmaya yol açabilir ve iskemi bariz hale gelebilir. 4- Standart egzersiz testi kriterlerinde olduğu gibi bu indeksin pozitif olması için belirli eşik ST-segment çökmesine ulaşması şart değildir. Daha düşük derecedeki ST çökmelerinin değerlendirilmesini de sağlar. Böyle duruma ilişkin bir örnek şekil 6'da verilmiştir.

Sonuç olarak, egzersiz testinde kalp hızına göre normalize edilen ST-segment çökmelerinin stres ve toparlanma dönemleri analizini sağlayan STİ'nin, ÇDH gibi yüksek riskli KAH'larının tanınmasında

yeni bir kriter olarak kullanılabileceği kanısına varıldı. Bununla birlikte geniş klinik kullanıma girebilmesi için bu konuda başka çalışmaların, özellikle bu indeksin fonksiyonel önemini ortaya koyan miyokard perfüzyon sintigrafisiyle karşılaştırmalı çalışmaların yapılması, ÇDH için risk kabul edilen STİ değerinin belirlenmesi ve egzersiz testi cihazlarında otomatik STİ ölçümü yapan standart bilgisayar programlarının geliştirilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- 1. European Coronary Surgery Study Group:** Long-term results of prospective randomized study of coronary artery bypass surgery in stable angina pectoris. *Lancet* 1982; 2: 1173-80
- 2. Takaro T, Hultgren HN, Detre KM, Peduzzi P:** The Veterans Administration cooperative study of stable angina: current status. *Circulation* 1982; 65 suppl: II-60-67
- 3. Varnauskas E and European Coronary Surgery Study Group:** Twelve -year follow-up of survival in the randomized European Coronary Surgery Study. *N Engl J Med* 1988; 31: 332-7
- 4. American College of Cardiology / American Heart Association Task Force on Assessment of Diagnostic and Therapeutic Cardiovascular Procedures:** Guidelines and indications for coronary artery bypass graft surgery. *J Am Coll Cardiol* 1991; 17: 43-84
- 5. Fletcher GF, Balady G, Froelicher VF, Hartley LH, Haskell WL, Pollock ML:** Exercise standards: A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association. *Circulation* 1995; 91: 580-615
- 6. Weiner DA, McCabe CH, Ryan TJ:** Identification of patients with left main and three vessel coronary disease with clinical and exercise test variables. *Am J Cardiol* 1980; 46: 21-7
- 7. Detrano R, Salcedo E, Passalacqua M, Friis R:** Exercise electrocardiographic variables: a critical appraisal. *J Am Coll Cardiol* 1986; 8: 836-47
- 8. Okin PM, Kligfield P, Ameisen O, Goldberg HL, Borner JS:** Improved accuracy of the exercise electrocardiogram: identification of three-vessel coronary disease in stable angina pectoris by analysis of peak rate-related changes in ST segments. *Am J Cardiol* 1985; 55: 271-76
- 9. Sansoy V, Güzelsoy D, Eren İ, et al:** Değişik egzersiz parametrelerinin yüksek riskli koroner arter hastalığının tanınmasındaki değeri. *Türk Kardiyol Dern Arş* 1991; 19: 135-42
- 10. Bigi R, Maffi M, Occhi G, et al:** Improvement in identification of multivessel disease after acute myocardial infarction following stress-recovery analysis of ST depression in the heart rate domain during exercise. *Eur Heart J* 1984; 15: 1240-46
- 11. Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D:** Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic



impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J* 1973; 85: 546

**12. Elamin MS, Boyle R, Kardash MM et al:** Accurate detection of coronary heart disease by new exercise test. *Br Heart J* 1982; 48: 311-20

**13. Finkelhor RS, Newhouse KE, Vrobel TR, Miron SD, Bahler RC:** The ST segment/heart rate slope as a predictor of coronary artery disease: comparison with quantitative thallium imaging and conventional ST segment criteria. *Am Heart J* 1986; 112: 296-304

**14. Okin PM, Kligfield P, Ameisen O, Goldberg HL, Borer JS:** Identification of anatomically extensive coronary artery disease by the exercise ECG ST segment/heart rate slope. *Am Heart J* 1988; 115: 1002-12

**15. Kligfield P, Okin PM, Ameisen O, Wallis J, Borer JS:** Correlation of the exercise ST/HR slope with anatomic and radionuclide cineangiographic findings in stable angina pectoris. *Am J Cardiol* 1985; 56: 418-21

**16. Chaitman B:** Exercise stress testing. Braunwald (ed). *Heart disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine*, Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1992. p. 168

**17. Vecchio TJ:** Predictive value of a single, diagnostic test in unselected population. *N Engl J Med* 1966; 274: 547-51

**18. Hanley JA, Mc Neil BJ:** The meaning and use of the area under receiver-operating characteristics curve. *Radio-logy* 1982; 143: 29-36

**19. Goldschlager N, Selzer A, Cohn K:** Treadmill stress tests as indicators of presence and severity of coronary artery disease. *Ann Intern Med* 1976; 85: 277-86

**20. Chaitman BR, Bourassa MG, Wagniar P, Corbara F, Ferguson RJ:** Improved efficiency of treadmill exercise testing using a multiple lead ECG system and basic hemodynamic exercise response. *Circulation* 1978; 57-9

**21. Bogaty P, Dagenais GR, Cantin B, Alain P, Rouleau JR:** Prognosis in patients with a strongly positive exercise electrocardiogram. *Am J Cardiol* 1989; 64: 1284-8

**22. Elamin MS, Mary DASG, Smith Dr, Linden RJ:** Prediction of severity of coronary artery disease using slope of submaximal ST segment/heart rate relationship. *Cardiovasc Res* 1980; 14: 681-91

**23. Okin PM, Ameisen O, Kligfield P:** Recovery-phase patterns of ST segment depression in the heart rate domain: identification of coronary artery disease by the rate-recovery loop. *Circulation* 1989; 80: 533-41

**24. Paine TD, Dye LE, Roitman DI et al:** Relation of graded exercise testing findings after myocardial infarction to extent of coronary artery disease and left ventricular dysfunction. *Am J Cardiol* 1978; 42: 716-23

**25. Castellanet MJ, Greenberg PS, Ellestad MH:** Comparison of ST-segment changes on exercise testing with angiographic findings in patients with prior myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1978; 42: 29-35

**26. Bogaty P, Guimond J, Robitaille NM, et al:** Reappraisal of exercise electrocardiographic indexes of the severity of ischemic heart disease: angiographic and scintigraphic correlates. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29: 1497-504

**27. Okin PM, Ameisen O, Kligfield P:** A modified treadmill exercise protocol for computer-assisted analysis of the ST segment/heart rate slope: methods and reproducibility. *J Electrocardiol* 1986; 19: 311-8

**28. Detry JMR, Piette F, Brasseur LA:** Hemodynamic determinants of exercise ST-segment depression in coronary patients. *Circulation* 1970; 42: 593-9

**29. Parker JO, Chiong MA, West RO, et al:** Sequential alterations in myocardial lactate metabolism, S-T segments, and left ventricular function during angina induced by atrial pacing. *Circulation* 1969; 40: 113