

## EGZERSİZ TESTİNDE BİLGİSAYARLA HESAPLANAN ST SEGMENT PARAMETRELERİNİN DİSKRİMİNANT ANALİZ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Nail Çağlar\*

Erdem Diker\*\*

Kenan Ömürlü\*

Derviş Oral\*

Kenan Köse\*\*\*

Vasfi Ulusoy\*

Egzersiz testlerinde bilgisayarların kullanılmaya başlanması ile koroner arter hastalıklarının tanısında aşamalar kaydedilmiştir (5, 9,16). Test sırasındaki EKG sinyallerinin bilgisayar tarafından toplanması ve ortalamasının alınması ile subjektif değerlendirme ile yapılabilecek hataların azaltılabileceği düşünülmektedir (1,2,21). Bu teknikle ST çökmesinin eğimi (slope), ST indeksi (ST çökmesi ve ST slope'una ait bilgilerin bir skorda toplanması), ST integrali (Çöken ST segmenti ile izoelektrik hat arasındaki alan) de hesaplanabilmektedir (4). Bilgisayarla hesaplanan ST slope'unun kalp hızıyla düzeltilmiş değerinin (ST/HR slope) kullanıldığı çalışmalarda testin sensitivitesinin ve spesifitesinin arttığı gösterilmiştir (7,14). Hollenberg ve arkadaşları ise egzersiz testi boyunca ve sonrasında ST segment amplitüd ve slope değişiklikleri aracılığı ile bir skorlama yapmışlardır (9). Bu skorlama ile egzersiz testinin sensitivitesi % 82.5, spesifitesi % 80.5'e yükseltilebilmektedir (10,11).

Çalışmamızda egzersiz testi yapılan olgularda bilgisayarla hesaplanan ST çökmesi, ST slope'u, ST indeksi ve ST integrali parametrelerinden hangisinin koroner arter hastalığı tanısında en değerli olduğunu diskriminant analiz yöntemi ile araştırdık.

### MATERYAL ve METOD

Çalışmaya Ankara Üniversitesi Kardiyoloji Bölümüne göğüs ağrısı nedeni ile başvuran 30 hasta alınmıştır. Kapak hastalığı olanlar, dal bloğu olanlar, digital ve beta blokör kullanan hastalar çalışmaya alınmamıştır.

\* Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı

\*\* Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı

\*\*\* Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Bioistatistik Bilim Dalı

Hastaların hepsine Quinton cihazı kullanılarak Bruce protokolüne uygun treadmill egzersiz testi yaptırılmıştır. Bipolar V5 derivasyonları aracılığı ile kayıt alınmıştır. Göğüs ağrısı, ileri derecede yorgunluk, 1.5 mm'nin üzerinde ST depresyonu olan olgularda egzersize son verilmiştir. Olguların % 55'i maksimal, % 45'i submaksimal efor testi yapmıştır. Hastaların 19'u koroner arteriografide en az bir koronerde signifikan tıkaçıcı lezyon olması nedeniyle koroner arter hastalıklı grubu oluşturmuştur (Grup 1). Olguların 11'inde ise koronerlerde herhangi bir tıkaçıcı lezyon tespit edilmemiştir (Grup 2). 1. Gruptaki 19 hastanın 18'i erkek, 1'i kadın, yaş ortalaması 50.6 idi. 2. Gruptaki 11 bireyin 7'si erkek, 4'ü kadın yaş ortalaması 42.9 idi.

Elektrokardiografik sinyaller cihazın bilgisayarı tarafından kaydedilmiştir. Maksimal egzersiz sırasındaki 25 ardışık QRS kompleksi R dalgasına göre üst üste getirilmiş ve ortalama QRS kompleksi bu bilgilere göre bilgisayar tarafından çizilmiştir. Sonuçta bilgisayar programının iki amacı da gerçekleşmiştir. Bunlar egzersiz sırasında oluşan artefaktların ortadan kaldırılması ve EKG'ye ait karakteristik ölçümlerin yapılabilmesidir (14). Bilgisayar R dalgasından itibaren belli zaman aralıkları ile ST segmentinin izoelektrik hattın sapmasını ölçerek ST segmentinin eğimini (ST Slope) mV/sn Slope cinsinden hesaplamıştır. ST indeksi prensip olarak ST çökmesi ve ST slope'unun toplanması ile bulunmaktadır ve değer bilgisayar tarafından hesaplanmaktadır. ST integrali ise izoelektrik hat (P-Q noktalarını birleştiren horizontal çizgi) ile ST segmenti arasındaki alan olup milimetrekare cinsinden verilmiştir.

Hastaların tümüne Judkins tekniği ile koroner arteriografi yapılmış, % 75 ve üzerindeki darlıklar anlamlı kabul edilmiştir.

ST depresyon ve ST slope sonuçları ortalama +/- standart sapma şeklinde ifade edilmiştir. İstatiksel değerlendirmede SPSS/PC+ paket programı kullanılarak diskriminant analiz yapılmıştır. Böylece mevcut değişkenler üzerinden bireylerin ait oldukları gruplara doğru olarak sınıflandırılıp sınıflandırılmayacağı tespit edilirken, hangi değişkenin hastalığı belirlemede en önemli rol oynadığı bulunmaya çalışıldı (12,13).

## SONUÇLAR

Her iki grupta egzersiz sırasında V5 de oluşan ST değişiklikleri, ST slope'ları ST indeksleri ve ST integrallerinin ortalama ve standart sapmaları Tablo 1 ve 2'de sunulmuştur.

ST indeksi ve ST integrali değerlerinin ortalama ve standart sapmaları.

	Ortalama	Standart Sapma
ST çökmesi (mm)	-1.12	0.93
ST slope (mV/s)	-0.20	10.50
ST indeksi	-2.97	9.05
ST integrali	11.8	20.92

Tablo II : Koroner arter hastalığı olmayan 11 olguda (2. Grup) ST çökmesi, ST slope'u, ST indeksi ve ST integrali değerlerinin ortalama ve standart sapmaları.

	Ortalama	Standart Sapma
ST çökmesi (mm)	-0.8	1.08
ST slope (mV/s)	17.0	11.73
ST indeksi	6.2	9.30
ST integrali	-6.7*	4.12

\* Bilgisayar tarafından verilen (—) ST integral değeri ST segment yükselmelerinin hesap edilmesi nedeniyle.

Diskriminant analiz ile dört değişkenden elde edilen fonksiyonun iki grubu ayırt edici özellikte olduğu bulunmuştur ( $p < 0.01$ ). Yine aynı analiz sonucunda ST slope'unun hasta grubu ile kontrol grubunu ayırmada en önemli değişken olduğu ortaya çıkmıştır. Değişkenlerin diskriminant fonksiyonu ile olan ilişkileri Tablo 4'de gösterilmiştir. Elde edilen standardize edilmemiş Canonnical Fonksiyonu;

Tablo III : Değişkenlerin diskriminant fonksiyon ile olan ilişkileri. 1. Grupla 2. Grubu ayırtetmede en önemli bağımsız değişken ST slope'udur. Diğer değişkenler sırası ile ST integrali, ST indeksi ve ST çökmesidir.

	Fonksiyon
(1) ST slope	-0.85
(2) ST integral	0.59
(3) ST indeks	-0.55
(4) ST çökmesi	-0.20

$F = -1.34 + 0.458 D - 0.1005 + 0.0403 \text{ Ind} + 0.0356 \text{ Int}$ 'dur. Herhangi bir bireyin kodlaması yapıp (Biz bu çalışmada ST çökmesi değerine +5, ST slope'u değerine +20, ST indeks değerine +30, ST integrali değerine +20 ekleyerek kodlama yaptık) bulunan değerler formülde yerine yerleştirildiğinde, sonuç pozitif değer çıkarsa bireyin hasta grubunda, negatif değer çıkarsa bireyin normal grubunda olduğu şeklinde bir sonuca ulaşabiliriz. Böyle bir fonksiyonla hastaların % 84.2'si, normallerin % 81.3'ü doğru olarak sınıflandırılabilir.

## TARTIŞMA

Egzersiz testlerinde 1 mm'lik ST çökmesinin koroner arter hastalığını göstermede ortalama sensitivitesi % 68, ortalama spesifitesisi % 77'dir (4). Ancak testin uygulandığı yaş grubu, ilaç kullanımı, erkeklerin oranı, koroner arter hastalığının varlığı, hiperventilasyonun olup olmadığı, test sırasında ulaşılan iş yükü, kullanılan ST çökmesi kontur kriteri, anjiyografik hastalık tanımı, koroner arter hastalığının yaygınlığı gibi parametreler egzersiz testlerinin sensitivite ve spesifitesinde büyük değişikliklere neden olmaktadır (4,10). Bilgisayar teknolojisinin giderek yaygınlaşması ile bilgisayarla hesaplanan ST depresyonu, ST slope'u, ST integrali gibi parametreler egzersiz testlerinin sensitivitesini ve spesifitesini arttırmak amacıyla kullanılmaya başlanmıştır.

ST depresyonunun bilgisayarla değerlendirildiği çalışmalarda testin ortalama sensitivitesi % 72, ortalama spesifitesisi % 69.5 bulunmuştur (3,5,8,13). Görüldüğü gibi bu sonuçlar ST segment değişikliklerinin çoğunlukla vizüel olarak değerlendirildiği metaanaliz sonuçlarından çok farklı değildir (8).

Diğer taraftan sadece ST slope'unun tanı değerini araştıran çok fazla çalışma yoktur. McHenry ve arkadaşları ST slope'unun koroner arter hastalığı olan grupla olmayan grubu ayırmada oldukça güvenilir olduğunu göstermişlerdir (6,17).

ST indeksi ise ST çökmesi ve ST slope'una ait bilgileri içermesi nedeniyle ilgi çekicidir. ST indeksinin kullanıldığı çalışmalarda egzersiz testinin ortalama sensitivitesi % 68.5 bulunmuştur (16,20).

Elamin ve arkadaşları koroner arter hastalıklı olguların tanısında yeni bir metot geliştirmişlerdir (7). Bu metot da ST segmentindeki çökme kalp hızıyla düzeltilmektedir (ST/HR slope). Sonuçta ST/HR slope'unun myokard oksijen gereksinimi ve temini arasındaki dengeyi daha iyi yansıttığı düşünülmektedir (14). ST/HR slope'unda anormal kriter olarak 1.1 uV/bpm'in üzerindeki değerler alınırsa egzersiz testlerinin koroner arter hastalığı tanısındaki sensitivitesi % 57-91, spesifisitesi % 90'nın üzerinde bulunur (14).

ST integrali ise, ST indeksi gibi ST çökmesi ve ST slope'una ait bilgilerin tek bir skorda birleştirilmesidir. ST integralinin koroner arter hastalığındaki tanı değerinin araştırıldığı çalışmalarda sensitivitesi % 59, spesifitesi % 88 bulunmuştur (6,19).

Görüldüğü gibi ST/HR slope'u dışında, bilgisayarla hesaplanan ST çökmesi, ST slope'u, ST indeksi ve ST integrali değerleri tek başlarına egzersiz testlerinin sensitivite ve spesifisitesini arttırmada fazla katkı sağlamamaktadır. Ancak kesin yargıya varmak için bu konuda yapılan çalışmalar yeterli görülmemektedir. Biz bu çalışmamızda koroner arter hastalıklı grupla, normal olguları ayırd etmede ST slope'unun en değerli bağımsız değişken olduğunu bulduk. Normal ile hasta grubunu ayırd edebileceğimiz bir ST slope değeri (out-of point) aramadık. Ancak elde edilen fonksiyonla olguların oldukça iyi bir şekilde sınıflandırılabileceğini gördük. Bizim için bu çalışmanın pratik sonucu, ST segmentinin çöküş eğiminin koroner arter hastalıklı olgularla normalleri ayırd etmede çok önemli olduğudur.

## ÖZET

Bilgisayarlı egzersiz testlerinin tanı değeri konusunda tartışmalar devam etmektedir. Bazı araştırmacılar egzersizle oluşan ST değişikliklerinin analizinde çeşitli bilgisayar algoritmeleri öne sürmüşlerdir. Bu çalışmada biz bilgisayarla hesaplanan bazı egzersiz testi verilerini diskriminant analizi ile değerlendirdik. Koroner hastalığı olan 19 hasta (1. Grup) ve 11 normal bireye (2. Grup) egzersiz testi yaptırıldı. ST çökmesi, ST slope'u ST indeksi ve ST integrali değerleri bilgisayar tarafından hesaplandı. Diskriminant analiz sonucunda koroner arter hastalığını belirliyen en önemli değişkenin ST slope'u ol-

duğu görüldü. Fonksiyonu etkileyen değişkenler sırasıyla, ST slope ( $w = - 0.85$ ), ST integral ( $w = + 0.59$ ), ST indeks ( $w = - 0.55$ ) ve ST çökmesi ( $w = - 0.20$ ) idi. Diskriminant fonksiyon hastaların % 84.2'sini ve normal bireylerin % 81.8'ini doğru şekilde sınıfladı. ST çökmesi ile birlikte kullanılan ST slope'unun koroner arter hastalığını göstermede önemli ve güvenilir olduğu sonucuna varıldı.

## SUMMARY

### (Evaluation of Some Computer Assisted Exercise Testing Data by Discriminant Analysis)

The diagnostic value of computerized exercise testing has been disputing. Several investigators have proposed the application of various computer algorithms to analyze exercise induced alterations of ST segments. In this study, we investigated the value of some computer assisted exercise testing data by discriminant analysis. Nineteen patients with coronary artery disease (Group 1) 11 normal individuals (Group 2) performed treadmill exercise testing. ST depression, ST slope, ST index and ST integral values have been calculated by computer. Discriminant analysis showed that most important variable that determining coronary artery disease, was ST slope. Variables, that was ordered by size of correlation within function, were ST slope ( $w = - 0.85$ ), ST integral ( $w = + 0.59$ ), ST index ( $w = - 0.55$ ) and ST depression ( $w = - 0.20$ ). Discriminant function correctly classified 84.2 % of coronary artery disease patients and 81.8 % of normal individuals. It is concluded that the ST slope, used with ST depression, reliably predicts the absence and presence of coronary artery disease.

## KAYNAKLAR

1. Ascoop CA Distelbrink CA de Lang PA : Clinical value of quantitative analysis of the ST slope during exercise. Br Heart J 1977; 36 : 212.
2. Bruce RA Mazzarella JA Jordan JW et al : Quantification of QRS and ST segment responses to exercise. Am Heart J 1966; 71 : 455.
3. Cohn K Kamm B Feteih N et al : Use of treadmill score to justify ischemic response and predict extent of coronary disease. Circulation 1979; 59 : 286.

4. Detrano R Gianrossi R Froelicher V : The diagnostic accuracy of the exercise electrocardiogram. A meta-analysis of 22 years of research. *Prog Cardiovasc Dis* 1989; 32 : 173.
5. Detry JMR Robert A Luwaert Rx et al : Diagnostic value of computerized exercise testing in men without previous myocardial infarction. A multivariata, compartmental and probabiistic approach. *Eur Heart J* 1985; 6 : 227.
6. Distelbrink CA Ascoop CA de Lang PA : The diagnostic value of exercise electrocardiograms. *Adv Cardiol* 1976; 16 : 533.
7. Elamin MS Mary DASG Smith DR et al : Prediction of severity coronary artery using slope of submaximal ST segment/heart rate relationship. *Cardiovasc Res* 1980; 14 : 631.
8. Gianrossi R Detrano R Mulvihill D et al : Exercise induced ST segment depression in the dagnosis of coronary artery disease. A Meta-Analysis. *Circulation* 1989; 80 : 87.
9. Hollenberg M : The exercise test : Evolution of an old form. *Adv Intern Med* 1989; 34 : 393.
10. Hollenberg M Budge WR Wisneski JA et al : Treadmill score quantified elektrocardiographic response to exercise and improves test accuracy and reproducibility. *Circulation* 1980; 61 : 276.
11. Hollenberg M Go M Massie BM et al : Influence of R-wave amplitude on exercise induced ST depression : Need for a «gain factor» correction when interpreting stress electrocardiograms. *Am J Cardiol* 1985; 56 : 13.
12. Klecka WR : *SPSS Manuel*. 1971.
13. Klecka WR : *Dicriminant Analysis*. Sage University Paper., Series on Quantitative Applications in the Social Sciences., No: 19, Beverly Hills and London. Sage Publications 1931.
14. Kligfield P Okin PM Ameisen O et al : Evaluation of coronary artery disease by an improved methot of exercise electrocardiography : The ST segment/heart rate slope. *Am Heart J* 1986; 112 : 589.
15. Melin JA Wings W Vanbutsele RA et al : Alternatice diagnostic strategies for coronary artery disease in women : Demonstration of the usefulness and efficiency of probability analysis. *Circulation* 1985; 71 : 535.
16. McHenry PL Phillips JF Knoebel SB : Correlation of computer quantitated treadmill exercise electrocardiogram with arteriographic location of coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1972; 80 : 747.
17. McHenry PL Stowe DE Lancaster MC : Computer quantitation of the ST segment response during treadmill exercise. *Clinical Correlation*. *Circulation* 1968; 38 : 691.

18. O'Hara MJ Lahiri A Whittington JR et al : Detection of high risk coronary artery disease by thallium imaging. Br Heart J 1985; 53 : 616.
  19. Sketch M Muohiuddin SM Lynch JD et al : Automated and nomographic analysis of exercise tests. JAMA 1980; 243 : 1052.
  20. Turner AS Nathan MC Watson of et al : The correlation of computer quantitated treadmill exercise electrocardiogram with cinearteriographic assessment of coronary artery disease. N Z Med J 1979; 89 : 115.
  21. Watanabe K Bhargava V Froelicher V : Computer analysis of the exercise ECG : A Rewiev. Prog Cardiovasc Dis 1980; 6 : 423.
- Tablo 1 : Koroner arter hastalığı olan 19 olgudaki (1. Grup) ST çökmesi, ST slope'u,