

Egzersiz Testlerinde Bilgisayarla Hesaplanan ST Slope'u Gerçek Pozitiflik ve Gerçek Negatiflik Oranını Arttırmada Bir Kriter Olarak Kullanılabilir mi?

IS COMPUTERASSISTED CALCULATION OF ST SLOPE USEFUL TO INCREASE THE RATES OF TRUE POSITIVES AND TRUE NEGATIVES IN EXERCISE TESTING?

Dr. Erdem DİKER, Doç.Dr. ÇAĞLAR, Prof.Dr. Derviş ORAL

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları ve Kardiyoloji ABD, ANKARA

ÖZET

Göğüs ağrısı olan hastalarda koroner arter hastalığı varlığının araştırılması egzersiz elektrokardiogramının temel kullanım alanıdır. Egzersizle oluşan ST segment depresyonu miyokard iskemisinin en iyi göstergesidir. Ancak, yalancı pozitif ve yalancı negatif egzersiz testleride oldukça yüksek oranda görülmektedir. Öle yandan, ST segment depresyonu sırasında bilgisayarla hesaplanan ST slope'unun analizi ile egzersiz EKG'sinin sensitivitesini ve spesifitesini düzeltmek mümkün görülmektedir. Biz bu çalışmamızda ST slope-ST depresyon grafiğini kullanarak gerçek pozitif ve gerçek negatif egzersiz testlerinin insidansını araştırdık. 18 koroner arter hastalıklı olgu (Grup 1) ve 11 normal birey (Grup 2) ST slope ve ST depresyonlarına göre ST slope-depresyon grafiğine bilgisayar aracılığı ile yerleştirildi. Bütün gerçek negatif olgular seperasyon doğrusunun altında yer almasına karşın, gerçek pozitifler hem üstte hemde altta yer aldı. Ayrıca koroner arter hastalıklı olgulardaki ST slope'unun ST segment depresyonunun olduğu normallere göre daha az olduğu gözlemlendi ($p < 0.01$). Bu yöntemle egzersiz testinde ST depresyonu olan fakat koroner arter hastalığı bulunmayan olguları ayırdedebiliriz. Ancak yöntem gerçek pozitiflerin tanınmasında ek fayda sağlamamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz testi, ST depresyon, St slope, Gerçek pozitif, Gerçek negatif

T Klin Kardiyoloji, 1991,4:77-82

Geliş Tarihi: 20.8.1990

Kabul Tarihi: 29.12.1990

Yazışma Adresi: Dr. Erdem DİKER
Ankara Tıp Fakültesi İç Hastalıkları ABD,
ANKARA

SUMMARY

The diagnosis of Coronary Artery Disease in patients with chest pain is a major application of the exercise testing. Exercise-induced ST segment depression remains the hallmark of myocardial ischemic response. But unfortunately the rates of false positive and false negative exercise tests are quite high. Improved sensitivity and specificity of the exercise ECG appear possible by analysis of the computer-quantitated ST slope that occurs during ST segment depression. In this study, we investigated the incidence of true positive and true negative exercise test results using ST slope-depression graphic. 19 patients with coronary artery disease (Group 1) and 11 normal individual (Group 2) are plotted to the ST slope-depression graphic with a computer according to the ST slope and ST depression. All true negative persons were located under the separation line, but true positive patients were separated below and above the line. In addition, patients with coronary artery disease had less ST slope than normals with ST segment depression ($p < 0.01$). So, we conclude that, we may diagnose normal individuals with this method although they had ST segment depression in exercise testing. But this method had no additional benefit in the diagnosis of true positives,

KeyWords: Exercise testing, St depression, ST slope, True positive, True negative

Turk J Cardiol, 1991, 4:77-82

Egzersiz testlerinin kullanıma girmesinden beri elektrokardiogramlarda egzersizle oluşan ST segment depresyonu miyokard iskemisinin işareti

olarak kabul edilmektedir (1). J noktasından 60-80 ms sonra başlayan, horizontal veya aşağı eğimli, 1 mm ve üstündeki ST depresyonu iskemik cevabı göstermede en çok kullanılan klasik kriterdir (1). Son yıllarda yapılan meta analizlerde bu kriter kullanılarak değerlendirilen egzersiz testlerinin koroner arter hastalığını göstermedeki sensitivitesinin ortalama %68 (sınırları %23-100) ve spesifitesinin ortalama %77 (sınırları %17-100) olduğu bulunmuştur (2,3). Çalışılan popülasyonun özelliklerinin değişkenliği, teknik ve metodolojik farklılıkların olması, testin çeşitli çalışmalarda bulunan sensitivitesi ve spesifitesinde birbirinden farklı olmasına yol açmaktadır (2). Her testte olduğu gibi egzersiz testlerinde de yalancı negatiflik (hastalığı olan popülasyonda testin pozitif olmaması) ve yalancı pozitiflik (normallerde testin pozitif olması) gibi problemler vardır. Yukarıdaki sensitivite ve spesifite sonuçlarına göre test koroner arter hastalığı olan olguların %30'unda negatif bulunmakta, normallerin yaklaşık %20'inde ise pozitif bulunabilmektedir. Yapılan çalışmalarda testin sensitivitesini ve spesifitesini arttırılabilmek için yaş, ulaşılabilen maksimal kalb hızı, maksimal sistolik kan basıncı, anamnezde göğüs ağrısının varlığı, test sırasında oluşan göğüs ağrısı, efor süresi gibi EKG dışı kriterler ve ST segment depresyonun miktarı, ST segmentinin kontum, ST segment depresyonunun başlama ve devam etme süresi, T dalgası polaritesinde değişiklikler, septal Q ve R dalgası amplitüdünde değişiklikler gibi bir çok EKG kriterleri kullanılmıştır (4-8). McHenry ve arkadaşları bilgisayar aracılığı ile yaptığı çalışmalarda St depresyonu olanlarda, ST slope'unun koroner arter hastalığı olan grupla olmayan grubu ayırmada oldukça güvenilir olduğunu göstermişlerdir (9,10). Son yıllarda özellikle kalb hızı ile düzeltilmiş ST depresyonunun (ST/HR slope) egzersiz testinin sensitivitesini ve spesifitesini arttırdığını gösteren çalışmalar vardır (11,12).

Bizim çalışmamızda amaç bilgisayar aracılığı ile hesaplanan ST slope'unun gerçek pozitif ve gerçek negatifleri göstermedeki etkinliğini araştırmaktır.

MATERYAL VE METOD

Çalışmaya Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Bölümüne göğüs ağrısı nedeniyle başvuran 30 hasta alınmıştır. Kapak hastalığı olan-

lar, sol ventrikül fonksiyonu bozuk olanlar, sol dal bloğu olanlar, digital ve beta blokör kullanan hastalar çalışmaya alınmamıştır.

Hastalan hepsine Quinton Treadmill cihazı kullanarak Bruce protokülüne uygun treadmill egzersiz testi yaptırılmıştır. Bipolar D2, AVF, V5 derivasyonları aracılığı ile kayıt alınmıştır. Göğüs ağrısı, ileri derecede yorgunluk, 2.5 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 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 50.5 idi. 2. Gruptaki 11 bireyin 7'si erkek, 4'ü kadın yaş ortalaması 42.9 idi.

Elktrokardiografik sinyaller cihazın bilgisayar 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 amacında gerçekleşmiştir. Bunlar egzersiz sırasında oluşan artefaktların ortadan kaldırılması ve EKG'ye ait karakteristik ölçümlerin yapılabilmesidir (9). Bilgisayar R dalgasından itibaren belli zaman aralıkları ile ST segmentinin izoelektrik hattın sapmasını ölçerek ST segmentinin eğimini (ST Slope) vV/s cinsinden hesaplamıştır.

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

ST depresyon ve ST slope sonuçları ortalama +/- standart hata şeklinde ifade edilmiştir. İstatistiksel analizde "unpaired t test" ve "ki kare" testleri kullanılmıştır.

SONUÇLAR

Her iki grupta egzersiz sırasında D2, AVF ve V5'de oluşan ST değişiklikleri ve ST slope'ları Tablo 1 ve 2'de sunulmuştur. ST slope'larının ortalamasına ait bilgiler Tablo 3'de verilmiştir. Görüldüğü gibi ST slope'ları her üç derivasyonda, V5'de daha belirgin olmak üzere hastalarda daha düşüktür (P<0.01).

Tablo 1. Koroner Arter Hastalığı Olan 19 Hastada Bilgisayar Tarafından Bulunan ST Depresyon ve ST Slope'ları

Sıra	Yaş/Cins	ST Depresyon (mm)			ST Slope (mV/s)		
		D2	AVF	V5	D2	AVI-	V5
1	53/E	-1.5	-1.3	-1.1	-8	-8	-20
2	49/E	-1.5	-1.1	-1.8	+ 8	+ 4	0
3	48/E	-0.5	-0.7	-1.3	0	0	0
4	48/E	-1.3	0	-1.1	-8	0	-12
5	56/E	-0.5	-0.4	-1.2	0	0	-4
6	53/E	-3.0	-3.0	-3.0	-8	-4	-8
	59/K	-0.5	0	-0.6	-3	0	-4
8	56/E	-1.7	-1.1	-2.5	-8	4	-8
9	54/E	-0.6	-0.5	-0.5	0	0	0
10	47/E	-1.0	-1.2	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5
11	50/E	-20	-1.2	-0.9	+ 20	+ 12	+ 16
12	44/E	-0.2	-1.1	-0.8	0	0	0
13	58/E	-1.0	-1.0	-1.0	0	0	0
14	40/E	-0.5	-0.4	-1.3	+ 23	+ 16	+ 20
15	57/E	-0.3	0	-0.6	+ 4	0	0
16	50/E	-1.0	-0.9	-2.1	-0.8	-0.9	-3.1
17	57/E	-1.4	-1.2	-1.2	+ 8	+ 4	+ 8
18	56/E	-0.7	-0.7	-0.6	+ 8	+ 8	+ 12
19	48/E	+ 0.7	0	+ 1.4	+ 8	+ 4	+ 8

Tablo 2. Koroner Arter Hastalığı Olmayan 11 Olguda Bilgisayar Tarafından Bulunan ST Depresyon ve ST Slope'ları

Sıra	Yaş/Cins	ST Depresyon (mm)			ST Slope (mV/s)		
		D2	AVE	V5	D2	AVI-	V5
1	45/E	+ 0.4*	+ 0.4«	+ 0.3*	+ 16	+ 23	+ 23
2	47/K	+ 1.7	+ 1.6	+ 1.0	+ 20	+ 16	+ 16
3	50/K	-0.1	-0.2	-0.2	0	0	0
4	50/K	-2.2	-2.2	-2.2	+ 8	+ 8	+ 4
5	40/K	+ 0.2	+ 0.3	+ 0.3	+ 27	+ 27	+ 35
6	53/E	+ 1.4	-2.2	-2.1	+ 12	+ 12	+ 20
7	38/E	-1.1	-1.1	-2.7	+ 4	0	+ 12
8	46/E	-1.9	-1.8	-1.0	+ 8	+ 4	+ 23
9	54/E	-0.2	-0.6	-0.9	0	0	0
10	50/E	-2.1	-1.9	-1.5	+ 23	+ 12	+ 27
11	35/E	+ 1.1	+ 0.9	+ 1.2	+ 23	+ 20	+ 27

Bilgisayar tarafından verilen pozitif STdepresyon değerleri iskemik cevap açısından anlamlı kabul edilmemektedir.

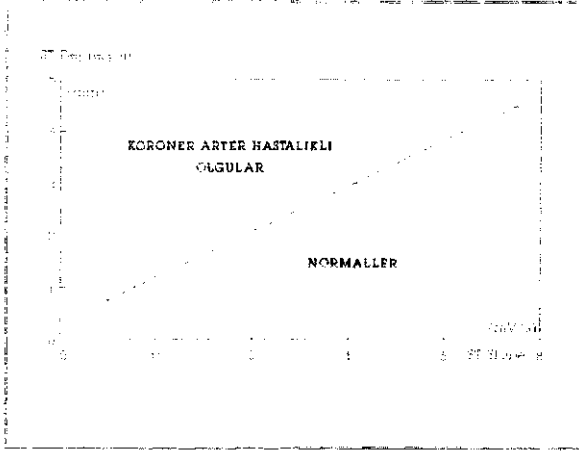
McHenry ve arkadaşlarının normallerle koroner arter hastalıklı olguların ayırımında lineer diskriminant analiz yöntemi ile hesapladığı doğru Şekil 1'de verilmiştir. Burada grafiğin x eksenini mV/s cinsinden ST slope, y eksenini ise mm cinsinden ST depresyonu oluşturmaktadır. Bu doğrunun üzeri koroner arter hastalıklı grubu, altı ise normal-

leri göstermektedir. Bizim bu eğriyi esas alarak yaptığımız değerlendirmede her üç derivasyonda da gerçek negatif olguların hepsinin doğrunun altında yer aldığı görülmüştür (Şekil 2) (Şekil 3) (Şekil 4). Hastaların ise D2 derivasyonunda 9'u doğrunun üzerinde 10'u altında, AVF derivasyonunda 4'ü doğrunun üzerinde 15'i altında, V5'de ise 9'u

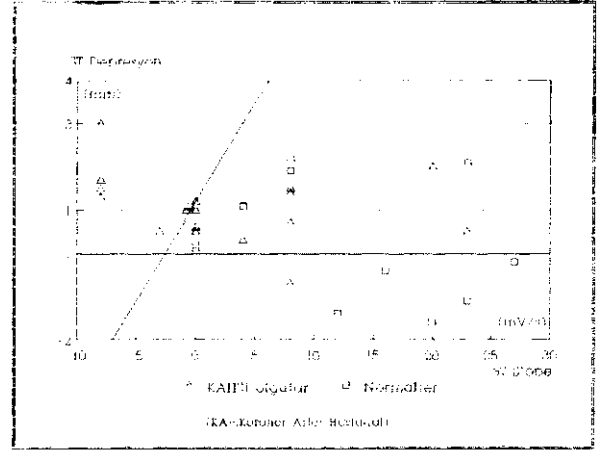
Tablo 3. Koroner Arter Hastalığı Olan (Grup 1) ve Olmayan (Grup 2) Olgularda Bilgisayar Tarafından Bulunan ST Slope'larının Ortalaması

Grup	D2	ST Slope (mm/s)		v%
		(ortalama) (standart hata)	AVF	
1) Hasta (n1 = 19)	22 (2.0)	16 (1.2)	-0.1 (2.4)	
2) Normal (n2=11)	128 (2.9)	10.0 (2.6)	17.0(3.5)	
P	<0.01	<0.01	< 0.001*	

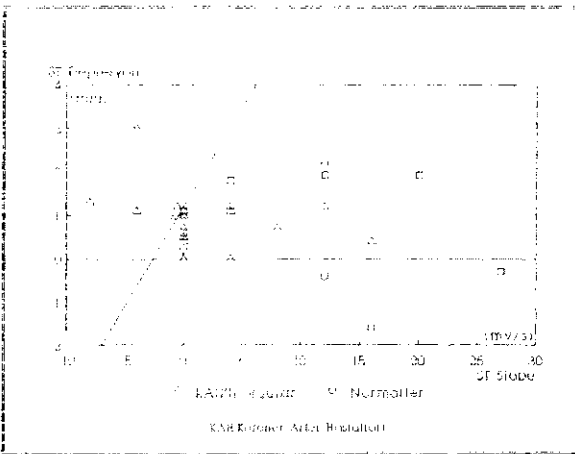
İki grup arasındaki ST slope farkı anlamlıdır.



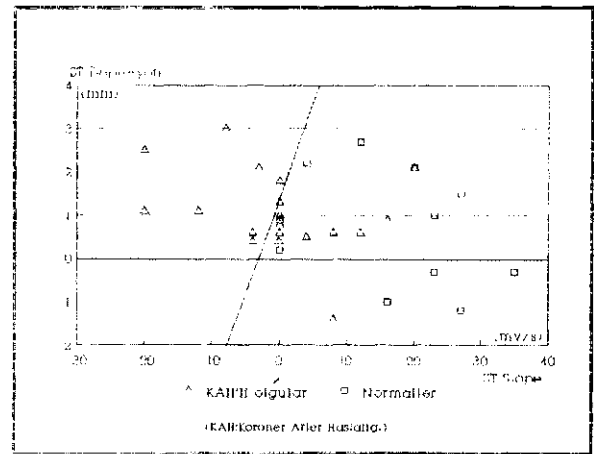
Şekil 1. Mc Henry'nin ST Slope-ST Depresyon grafiği. Linear diskriminant analizi ile hesaplanan doğru normalle-hastalan ayırmaktadır.



Şekil 2. D2 derivasyon kayıtlarına göre olguların ST Slope-ST Depresyon grafiğine yerleştirilmesi



Şekil 3. AVF derivasyon kayıtlarına göre olguların ST Slope-ST Depresyon grafiğine yerleştirilmesi



Şekil 4. V5 derivasyon kayıtlarına göre olguların ST Slope-ST Depresyon grafiğine yerleştirilmesi

doğrunun üzerinde 10'u altında bulunmuştur. Grafik aracılığı ile yapılan değerlendirmede gerçek negatifler %100 oranında tespit edilebilmekte, ancak gerçek pozitifleri tespit etmekte bu

kadar başarılı olunamamaktadır (%21.05-47.36). Böyle bir gruplandırma D2 ve V5 derivasyonlarında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.01$).

TARTIŞMA

Egzersiz testinde her ne kadar yavaş yukarı eğilimli (slow upsloping) ST depresyonu bazı araştırmacılar tarafından anormal cevap olarak kabul edilse de, klasik iskemi göstergesi ST'nin horizontal veya aşağı eğilimli (downsloping) depresyonudur (13,14). Bilgisayar aracılığı ile hesaplanan ST slope'u bu depresyonun niteliği hakkında bilgi vermektedir. Bizim çalışmamızda hasta grubunda ST slope'unun normallere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0.01$). Bunun anlamı, normallerde de ST depresyonunun görülebildiği ancak belirgin yukarı eğilimli (ST slope'u yüksek) olduğundan iskemiye işaret etmekten uzak olduğudur. Bu nokta gerçek negatiflerin tanınması açısından çok önemlidir.

Biz bu çalışmamızda McHenry ve arkadaşlarının ortaya koyduğu ST slope-ST depresyon grafiği içine bilgisayar yardımıyla kendi olgularımızı yerleştirdik. Koroner arter hastalığı olmayan olgularımızın (Grup 2) hepsinin grafikteki doğrunun altında yer aldığını gördük. Örneğin normallerin bulunduğu gruptaki 6. ve 7. olgularda V5 derivasyonunda -2 mm'nin üzerinde ST depresyonu bulunmasına karşın, ST slope'una göre grafikte yerleştirildiğinde doğrunun altında kaldığı yani normallerin olduğu grupta yer aldığı görülür. Normal olgularımızın hepsinin (ST depresyonu olsun veya olmasın) doğrunun altında kalması nedeniyle bu grafiğin gerçek negatifleri göstermede çok duyarlı olduğunu düşünüyoruz. Ancak koroner arter hastalığı olan grupta böyle net bir sonuç almak mümkün olmamıştır. Bu grupta ST depresyonu olan olgular, ST slope'una göre yerleştirildiğinde bazılarının doğrunun altında kaldığı görülmüştür. Bu sonuç beklenmedik bir durum değildir. 1 mm'nin üstündeki ST depresyonu anormal cevap olarak alınır, bilgisayarın 19 koroner arter hastalıklı olgudan 11'inde (%57.8) pozitif sonuç verdiği görülmektedir. Dolayısıyla ST depresyonu birin altında olan olgularda ST slope'una göre yapılan bir değerlendirme gerçek pozitifliği göstermede çok yardımcı olmayabilir. Sonuçta ST slope-ST depresyon grafiği aracılığı ile gerçek negatifleri yüksek oranda tanımak mümkün olmaktadır. Böylece egzersiz testinin spesifitesini artırabilmekteyiz. Ancak kullandığımız yöntem gerçek pozitifleri tanımada fazla yardımcı değildir. Bu nedenle de egzersiz testinin sensitivitesinin bu yöntemle artırılması pek mümkün değildir.

McHenry ve arkadaşlarının çalışmasında ise gerçek pozitiflerin %84.2'si doğrunun üzerinde, gerçek negatiflerin %91.6'sı doğrunun altında yer almıştır (9). Araştırmacılar yanlış negatif efor testlerinde izole sağ koroner veya sirkumfleks lezyonlarının sık olduğunu tespit etmişlerdir (9). Yapılan diğer çalışmalarda testin sensitivitesini azaltan yanlış negatif sonuçların genellikle tek damar hastalarında ve anjiyografik olarak gösterilen tıkaçıcı koroner lezyonu olmasına karşın kollaterallerin iyi gelişmesi nedeniyle distal iskeminiminin oluşmadığı hastalarda görüldüğü ortaya konulmuştur (15).

Egzersiz testlerinde diğer bir problem spesifiteyi azaltan yanlış pozitif sonuçlarıdır. Bu duruma özellikle kadınlar ve mitral valv prolapsuslu olgularda rastlanmaktadır (16). Sol ventrikül depolarizasyon ve repolarizasyonun bozulduğu sol ventrikül hipertrofili, intraventriküler iletim bozukluğu, WPW'h olgularda da yanlış pozitif egzersiz testlerine sık rastlanılmaktadır (15, 17). Ayrıca elektrolit bozuklukları olan, digital kullanan ve testten önce yüksek karbonhidratlı besin alan kişilerde de yanlış pozitif testlere rastlanmaktadır (17). Biz kullandığımız bu yöntemle ST slope'unuda değerlendirmeye kalarak yalancı pozitif sonuçları yüksek bir duyarlılıkla tanıyabileceğimizi düşünüyoruz.

KAYNAKLAR

1. Hollanberg M: 'Tic Exercise Test: Involution of an old form. *Adv Intern Med.* 1989, 34:393-423.
2. Gianrossi R, Dctrano R, Mulvihill D et al: Exercise-induced ST depression in the diagnosis of coronary artery disease. A Meta-Analysis. *Circulation.* 1989;80:87-98.
3. Dctrano R, Gianrossi R, Mulvihill D et al: Exercise-induced ST segment depression in the diagnosis of multivesel coronary disease. A Meta-Analysis. *J Am Coll Cardiol.* 1989, 14:1501-8.
4. Colin K, Kamm B. T'cteh Net al: Use of treadmill score to quantify ischemic response and predict extent of coronary disease. *Circulation,* 1979;59:286-96.
5. Kansal S, Roitman D, Bradley E1. et al: Enhanced evaluation of treadmill tests by means of scoring based on multivariate analysis and its clinical application: A study of 608 patients. *Am J Cardiol,* 1983, 52:1155-61.
6. Ellestad M il, Savitz S, Bergdall D et al. The false positive stress test. Multivariate analysis of 215 subjects with hemodynamic, angiographic and clinical data. *Am J Cardiol.* 1977;40:681-5.

7. Morallcs-Bellojo H, Greenberg TS, Hillestad M il: Septal Q wave in exercise testing: angiographic correlation. *Am J Cardiol*, 1981,48:247-51.
8. Baron J)W, Hsley C, Scheiban I et al: R wave amplitude during exercise. Relation to left ventricular function and coronary artery disease. *Br Heart* .1,1980,44:512-7.
9. Mellenry PL, Stowe DB, Fmcesler MC: Computer quantitation of the ST segment response during treadmill exercise. *Clinical Correlation. Circulation*, 1968, 38:691-701.
10. Mellenry PL, Phillips IF, Knoebel SB: Correlation of computer-quantitated treadmill exercise electrocardiogram with arteriographic location of coronary artery disease. *Am J Cardiol*, 1972, 80:747-52.
11. Llamín MS, Boyle R, Kardash MM el al: Accurate detection of coronary artery disease by new exercise test. *Br Heart* .1, 1982,48:311-20.
12. Kligfield P, Okin PM, Amciscn O ct al: Lvaluation of coronary artery disease an improved method of exercise electrocardiography. The ST segment/heart rate slope. *Am Heart J*. 1986, 117:589-98.
13. Mellenry PL, Fisch C: Clinical applications of treadmill exercise test. *Mod Copccpls Cardiovasc Dis*, 1977,21:46-71.
14. Rijncke AD, Ascoop CA, Talman ,IL: Clinical significance of upsloping ST segments in exercise electrocardiography. *Circulation*, 1980.61:671-9.
15. Goldschlager N, Sox HC: The diagnostic and prognostic value of the treadmill exercise test in the evaluation of chest pain, in patients with recent myocardial infarction and in asymptomatic individuals. *Am Heart J*, 1988:116:523-35.
16. Gardin JM, Isncr JM, Ronan JA: Pseudoischemic "false positive" ST segment changes induced by hyperventilation in patients with MVP. *Am J Cardiol*, 1980. 45:952-8.
17. Glasser SP: The role of exercise testing in the identification of patients with silent myocardial ischemia. *Cardiology Clinics*. 1986.4:705-15.