

Egzersiz Testinde ST Segmenti Seviyesi, İntegrali ve İndeksine Kalp Hızı ve Çift-çarpım Uyarlaması

Dr. Murat GENÇBAY, Dr. Muzaffer DEĞERTEKİN, Dr. Yelda BAŞARAN, Dr. İsmet DİNDAR, Dr. Fikret TURAN

Koşuyolu Kalp ve Araştırma Hastanesi, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada; egzersiz testi (ET) sırasında oluşan ST segmenti seviyesi, indeksi veya integrali değişimine, kalp hızı (KH) ve çift-çarpım (ÇÜ) değişiminin, hem basit, hem de lineer regresyon esasına dayanan yöntemlerle uyarlanmasıyla elde edilen, 12 değişik yöntemin test performansları araştırılmış ve sadece ST segmenti çökmesi kriterini kullanan geleneksel yöntemin yerine başka bir yöntemin kullanılıp kullanılmayacağı araştırılmak istenmiştir. Bu amaçla, oluşturulan yöntemlerden en iyi performansı olan 3 yöntem belirlenmiş ve bunlar standart değerlendirilme yöntemi ile karşılaştırılmıştır.

Çalışmaya, koroner anjiyografisi yapılan 107 hasta (33 kadın, 74 erkek, yaş ort: 54±9,2) alındı. Çalışma, "Quinton 5000" treadmill cihazıyla, ST/KH eğim protokolü ile yapıldı. Uyarlamalarda, hem lineer regresyon analizine dayanan yöntem, hem de egzersizdeki toplam iskemi ölçütü (ST segmenti seviyesi, integrali veya indeksi) değişiminin toplam KH veya ÇÜ değişimine oranlanmasıyla oluşturulmuş basit uyarlama (indeks alma) yöntemleri kullanıldı. Koroner anjiyografiler ve ET'leri çift-kör yöntemle, iki ayrı ekip tarafından değerlendirildi. Koroner anjiyografilere, Gensini yöntemi ile perfüzyon skorlaması yapıldı.

Araştırılan tüm yöntemler alıcı işlemci eğrileriyle birbirleriyle karşılaştırıldığı zaman; ST segmenti seviyesi/KH (Sev/KH) eğimi, ST segmenti integrali/KH (İnt/KH) eğimi, Sev/KH indeksi yöntemlerinin diğer yöntemlerden anlamlı bir şekilde daha iyi performans verdikleri saptanmıştır (duyarlılıklar sırasıyla; %86, %85, %83, ve özgüllükler sırasıyla; %66, %65, %63) (p tüm karşılaştırmalarda <0.05). İnt/KH eğimi, Sev/KH indeksi yöntemlerinin performansı ile Sev/KH eğimi yönteminin performansı arasında anlamlı fark bulunamamıştır (p sırasıyla 0.097, 0.074). Her hasta için elde edilen eğim veya indeks değerleri, o hastanın Gensini perfüzyon skoruyla karşılaştırıldığı uyumun ileri derecede anlamlı olduğu saptandı. (Sev/KH eğimi için $r=0.65$ $p<0.001$). Sonuç olarak Sev/KH eğimi, İnt/KH eğimi ve Sev/KH indeksi yöntemleri en iyi test performansı olan üç yöntem olarak bulunmuştur. Bu üç yöntemin de klinikte, sadece ST segmenti çökmesini kullanan geleneksel yöntem yerine kullanılabilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Egzersiz testi, çift-çarpım, ST segmenti.

Alındığı tarih: 23 Şubat 1998, revizyon 26 Mayıs 1998
Yazışma adresi: Dr. Murat Gençbay Pembe ay sokak Muradım 1 sitesi 16/12 İncirli/Bakırköy/İstanbul
Fax: 0 (216) 339 04 41 Tel: 0 (216) 570 69 33 0532 423 59 53
E-mail: gencebay@superonline.com

Egzersiz testi (ET) koroner arter hastalığının tanısında ve şiddetinin belirlenmesinde sıkça kullanılan bir yöntemdir. Egzersiz testinin değerlendirilmesinde, uzun yıllar sadece ST segmenti seviyesindeki çökme miktarına bakıldı. Daha sonraları, ST segmenti eğiminin de değerlendirmeye katılması amacıyla, çökme miktarıyla ST segmenti eğiminin toplanması (ST segmenti indeksi) ve çöken ST segmentinin izoelektrik hatla arasında kalan alan (ST segmenti integrali) da testin değerlendirilmesinde kullanılmaya başlandı.

Yetmişli yılların sonlarında ST segmenti seviyesindeki çökmenin kalp hızı (KH)'na uyarlanmasıyla geleneksel yöntemden çok daha duyarlı ve özgül değerlendirmeler yapılabileceği ileri sürüldü (1,2). Ancak daha sonra, önceleri çok fazla ilgi gören bu yöntemin standart değerlendirmeden daha iyi performans göstermediğini ileri süren çalışmalar da bildirilmiştir (3). Bu nedenle, bu konuda günümüzde kesin bir uzlaşma yoktur.

ST segmenti integraline kalp hızı uyarlaması sadece bir çalışmada yapılmış ve test duyarlılığı ve özgüllüğü (0.154 microV-s/beat per min eşik değerinde duyarlılık %90, özgüllük %96) standart değerlendirmeye oranla (aynı özgüllükte %59 duyarlılık) daha yüksek bulunmuştur (4). Bahsedilen bu çalışmada, ST segmenti seviyesine integral uyarlaması kalp hızı uyarlamasından daha başarılı olmamıştır (ST seviye/KH eğiminin aynı özgüllükte duyarlılığı %93).

Egzersiz sırasında miyokardial oksijen tüketiminin çift ürün (ÇÜ) ile, sadece KH'na olduğundan daha iyi korelasyon gösterdiği bilinmektedir. Bu nedenle; egzersiz testi ile oluşan iskemik EKG değişikliğinin tahmininde, ÇÜ uyarlamasının KH uyarlamasından daha duyarlı olması beklenir.

Bu çalışmada, ET'inde iskemi ölçütü olarak kullanılan parametreler (ST segmenti seviyesi, integrali ve indeksi) hem KH'na, hem de ÇÜ'e uyarlanmıştır.

Uyarlamalar hem basit uyarlama denilen (ET'inde toplam iskemi ölçütü değişiminin toplam KH veya ÇÜ değişimine oranı) yöntemle, hem de lineer regresyon esaslı yöntemle yapılmıştır. Bu şekilde oluşturulan 12 yöntem arasından test performansı en iyi olan 3 yöntem belirlenmiş ve bu yöntemler, sadece ST segmenti seviyesi çökmesi kriterini kullanan geleneksel yöntemle karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmada; egzersiz testi (ET) sırasında oluşan ST segmenti seviyesi, indeksi veya integrali değişimine, kalp hızı (KH) ve çift-ürün (ÇÜ) değişiminin, hem basit, hem de lineer regresyon esasına dayanan yöntemlerle uyarlanmasıyla elde edilen, 12 değişik yöntemin test performansları araştırılmış ve sadece ST segmenti çökmesi kriterini kullanan geleneksel yöntemin yerine başka bir yöntemin kullanılıp kullanılmayacağı araştırılmak istenmiştir.

MATERYAL ve METOD

Çalışmaya koroner angiografisi yapılan 128 hasta ile başlandı. Sekiz hastada test sırasında sık ventriküler erken vurular geliştiği için sağlıklı uyarlama yapılamadığından ve 13 hastada koroner angiografide çok yaygın daralmalar olduğu için perfüzyon skorlaması yapılamadığından bu hastalar çalışmadan çıkarıldılar. Çalışma grubundaki hastalar koroner angiografi indikasyonu konulmuş ve bu nedenle hastaneye yatırılmış hastalardan oluşmaktadır.

Egzersiz testi, hastalara koroner angiografilerinden sonraki 10 gün içerisinde yapıldı ve bu süre içerisinde hiç bir hastada önemli bir koroner olay olmadı. Tüm hastalarda testten 2 gün önce antianjinal ilaçlar kesildi ve anjina olduğu takdirde dil altı 5mg'lık nitrat kullanıldı. Egzersiz testleri "Quinton Q5000" treadmill cihazı ile yapıldı. Bruce protokolü ile evreler arasındaki fark fazla olduğu ve bu nedenle eğim hesaplamak çoğu durumda olanaklı olmadığı için "ST/KH eğim protokolü" kullanıldı ve testi durdurma indikasyonları için AHA kriterleri gözönünde bulunduruldu (5).

ST segmentini seviyesinin ve integralinin değerlendirilmesinde "PQ segmenti" referans hat olarak alındı. Referans

nokta olarak "J" noktasından 60 msn sonrası kabul edildi. Eğim hesaplanmasında "J" noktasından 10 ve 60 msn'lik aralık dikkate alındı. Kan basıncı, test sırasında birer dakikaya arayla aletin kendi manşonuyla, otomatik olarak sol koldan ölçüldü ve bu değerler ÇÜ hesaplamasında kullanıldı. Her hastada, testten önce, aynı koldan, bir doktor tarafından kan basıncı ölçülerek otomatik kan basıncı ölçümü ile uyum doğrulandı. Egzersiz testlerinin değerlendirilmesi koroner anjiyografileri değerlendirilen ekipten farklı iki ayrı kişi tarafından, kör yöntemle yapıldı.

Lineer regresyon analizine dayanan yöntem kullanılarak; ST segmenti seviyesi, integrali ve indeksi hem KH'ına, hem de ÇÜ'e uyarlandı ve bu şekilde 6 değişik uyarlama yöntemi yapıldı. Ayrıca "basit uyarlama" denilen yöntemle de (ET sırasında toplam ST segmenti seviyesi, integrali veya indeksi değişiminin, toplam KH veya ÇÜ değişimine oranı) 6 değişik uyarlama yöntemi daha kullanıldı. Hastaların ST Sev/KH eğimleri "Quinton Q5000" treadmill cihazının kendi algoritması kullanılarak hesaplandı (6). Diğer lineer regresyona dayanan uyarlamalar bu amaç için özel olarak yazılan bir bilgisayar programı ile aynı algoritma esas alınarak yapıldı. (Testin her dakikasının sonunda alınan seviye, integral ve indeksler, KH veya ÇÜ ile birlikte koordinat sisteminde noktalandı ve son 3 noktadan başlanarak en küçük kare yöntemiyle lineer regresyon analizi yapıldı. Eğer analiz sonucu anlamlı çıktıysa bu hafızaya alındı ve bir önceki nokta dahil edilerek işleme devam edildi. Tüm noktalar için analizler yapılarak anlamlı olan en büyük eğim o elektrod için gerçek eğim kabul edildi ve bu işlem tüm elektrodlar için yapıldıktan sonra hepsinin içinden en yüksek eğime sahip olanı test için "maksimal eğim" olarak kabul edildi.) Maksimal eğim hesaplanırken aVR, aVL ve V1 derivasyonları değerlendirmeye alınmadı. Egzersiz öncesi iskemik olmayan ST segmenti yükselmelerinin seviyesi "0" kabul edildi.

Dijital kullanan hastalar, EKG'sinde preeksitasyon, sol ventrikül hipertrofisi, sol dal bloku veya sağ dal bloku olan, son 2 ay içerisinde MI geçiren, anstabil anginası olan, kontrol altında olmayan hipertansiyonu olan, daha önce PTCA veya koroner "bypass" operasyonu yapılan ve romatizmal kalp hastalığı olan hastalar çalışmaya dahil edilmediler.

Koroner anjiyografiler Seldinger metoduyla veya Judkins tekniğiyle yapıldı. Sağ koroner arter en az iki ayrı pozda (Sol anterior oblik ve sağ anterior oblik) ve sol koroner arter en az 4 ayrı pozda (Sol anterior oblik kranial ve kaudal, sağ anterior oblik kranial ve kaudal) değerlendirildi. Vent-

Tablo 1. Çalışma grubunun özellikleri (* KAH: Koroner arter hastalığı)

	KAH* OLMAYAN(n)	KAH* OLAN (n)			TOPLAM (n)
		1 DAMAR	2 DAMAR	3 DAMAR	
Hasta	37 (%35)	24 (%22)	24 (%22)	22 (%21)	107
Yaş (yıl)	50±9,8	56±7,5	59±6,1	58±8,3	54±9,2
Cinsiyet	20E, 17K	18E, 6K	19E, 5K	17E, 5K	74E(%69), 33K(%31)
Daha önce MI	0(%0)	5(%24)	7(%33)	9(%43)	21(%20)

MI: Miyokard infarktüsü, K: Kadın, E: Erkek, N: vaka Sayısı

rikülografler sol anterior oblik ve sağ anterior oblik projeksiyonlarında görüntülendi. Koroner angiograflerinin değerlendirilmesi iki ayrı kardiolog tarafından efor testi sonuçlarından habersiz olarak değerlendirildi. İntraobserver farkın belirlenmesi için bu değerlendirmeden 2-3 ay sonra 24 hastanın koroner angiografi filmleri, okuyucular tarafından ikinci kez yapıldığı bilinmeden tekrar değerlendirildi. Bu araştırmanın konusuyla ilişkili daha önce yapılan çoğu çalışmada çalışma grubundaki hastaların KAH grubuna girip girmediğinin belirlenmesi için, hastaların koroner angiograflerinde en az bir damarda %60 çap daralması olması şartı göz önüne alınmıştır. Bu çalışmada da hastaların belirlenmesi için bu kriter kullanılmıştır. Ancak, bu şekilde değerlendirmenin koroner perfüzyonunu göreceli olarak daha hassas değerlendireceğini düşündüğümüz için, koroner angiograflere perfüzyon skorlaması da yapılmış, bunun uyarlamaları elde edilen değerlerle korelasyonuna bakılmıştır.

Gensini yöntemi ile perfüzyon skorlamaları şu şekilde yapıldı; daralma miktarına paralel olarak her lezyona bir skor verildi (%1-25=1, %26-50=2, %51-75=4, %76-90=8, %91-99=16, %100=32) ve ayrıca proksimal lezyonların distal lezyonlardan daha fazla iskemiye neden olacağı düşünülerek skorlar lezyonun yerine göre bir kat sayıyla çarpıldı. (Sol ana koroner 5 ile, sol anterior desendan (SAD) proksimal segment 2.5 ile, 1. diagonal 1 ile, 2. diagonal 0.5 ile, SAD orta segment 1.5 ile, distal SAD 1 ile; Sağ koroner arterde (SKA) proksimal, orta ve distal lezyonların hepsinde 1 ile; sirkümflekste proksimal 2.5 ile, distal 1 ile, posterolateral 0.5 ile, obtus marjinler 1 ile, posterodesendan 1 ile çarpılmaktadır.) Arterlerin baskınlık durumları da dikkate alınmış ve sol baskın sistemde, SAD skoru 2 ile, SKA skoru 0.5 ile; dengeli dolaşımda, SAD 1.5, SKA skoru 0.75 ile çarpıldı. İstatistiksel değerlendirmeler: Sürekli değerler ortalama \pm standart sapma şeklinde ifade edildiler. Oluşturulan tüm yöntemler ve standart değerlendirme için alıcı işlemci eğrileri oluşturuldu ve eğri altında

kalan alanlar hesaplandı ve bu alanlar tek taraflı z skor analizi ile karşılaştırıldı. Test pozitifliği için "eşik değerler" saptanırken "göreceli risk" gözönünde bulunduruldu. Her hastanın Gensini perfüzyon skoru ile, bu hastanın ET'inde elde edilen eğim veya indeks değerleri eşleştirildi ve aralarındaki ilişki lineer regresyon analizi ile test edildi. Koroner angiografleri iki ayrı zamanda yapılan değerlendirmelerin farkının belirlenmesi için iki okuma arasındaki oluşturulan perfüzyon skorları arasındaki fark Wilcoxon testi ile test edildi "p" değerinin 0.05'ten küçük olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

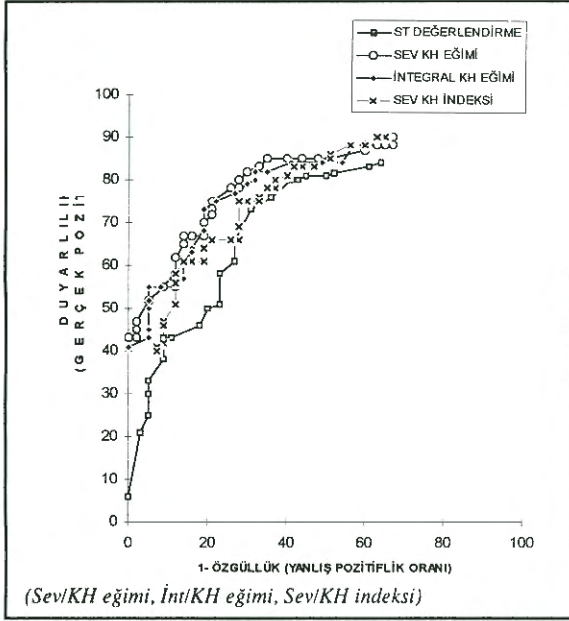
İncelenen yöntemlerin eşik değerlere göre test performanslarındaki değişiklikler Tablo 2'de gösterilmektedir. Tablo incelendiği zaman tüm yöntemler arasında; ST segment seviye/KH (Sev/KH) eğimi, ST segment integral/KH (İnt/KH) eğimi, Sev/KH indeksi, ve standart değerlendirme yöntemlerinin diğer yöntemlere göre daha iyi performans verme eğiliminde olduğu izlenmektedir. Bu 4 yöntemin alıcı işlemci eğrileri Şekil 1'de görülmektedir. Her yöntem için eğri altında kalan alan istatistiksel olarak birbirleriyle karşılaştırıldığı zaman; Sev/KH eğimi, İnt/KH eğimi ve Sev/KH indeksi yöntemlerinin kendi aralarında anlamlı fark olmamakla birlikte, diğer yöntemlerden anlamlı bir şekilde daha üstün bulundu. Sonuçlar tablo 3'te görülmektedir. Bu üç yöntemin standart değerlendirmeden daha başarılı olduğu saptandı.

Tablo 2. Çalışılan metodların test performansları (%60'lık damar sayısı kriterine göre). Eğimler ve indeksler

METOD	EŞİK	Duyarlılık	Özgüllük	TD*	PTDO*	NTDO*	GR*
Sev/KH eğimi**	1,7	8	66	78	2,53	0,21	3,57
İnt/KH eğimi**	0,2	85	65	76	2,43	0,23	3,34
Sev/KH indeksi**	0,9	83	63	74	2,24	0,27	3,31
Sev/ÇÜ eğimi**	0,6	83	53	71	,77	0,32	3,08
Standart değerlen.	80	80	59	7	1,95	0,34	2,95
İnt/ÇÜ eğimi**	0,6	69	77	73	3	0,4	2,45
İnt/KH indeksi**	0,7	78	66	74	2,29	0,33	2,07
İnd/KH eğimi**	2,1	46	90	67	4,6	0,6	2,06
İnd/KH indeksi**	3,2	33	98	61	16,5	0,68	,98
İnt/ÇÜ indeksi**	0,7	40	93	63	5,71	0,65	1,93
Sev/ÇÜ indeksi**	1,1	51	86	65	3,64	0,57	1,85
İnd/ÇÜ eğimi**	,4	31	84	61	1,94	0,82	1,74
İnd/ÇÜ indeksi**	1,6	34	80	60	1,7	0,83	1,73

μV /yuvurldk. ST segmenti çökmesi: μV .

*TD: Test doğruluğu (test accuracy), PTDO: Pozitif testin doğruluk oranı. (likelihood ratio of abnormal test), NTDO: Negatif testin doğruluk oranı (likelihood ratio of normal test), GR: Göreceli risk (Relative risk);**Sev: Seviye, İnd: İndeks, İnt: Integral, KH: kalp hızı, ÇÜ: çift-ürün.



Şekil 1. En iyi performans gösteren 3 metod ve standart değerlendirmenin alıcı-işlemci eğrileri ile karşılaştırılması

Tablo 3. Sev/KH eğimi yönteminin diğer yöntemlerle karşılaştırılması

	P
İnt/KH eğimi	0,097
Sev/KH indeksi	0,074
Standart Değerlendirme	<0,05.
İnd/KH eğimi	<0,05
İnt/KH indeksi	<0,05
İnd/KH indeksi	<0,05
Sev/ÇÜ eğimi	<0,05
İnt/ÇÜ eğimi	<0,05
İnd/ÇÜ eğimi	<0,05
Sev(ÇÜ indeksi	<0,05
İnt/ÇÜ indeksi	<0,05
İnd/ÇÜ indeksi	<0,05

(Sev: seviye, İnt: integral, İnd: İndeks, KH: Kalp hızı, ÇÜ: çift-ürün)

Koroner arter hastalığı olan 17 hastanın koroner anjiyografisi tekrar değerlendirildi. Her iki değerlendirmeden elde edilen perfüzyon skorları arasında anlamlı fark olmadığı saptandı ($z=1.7$, $p=0.08$). Bu 17 hastanın koroner anjiyografisinde değerlendirilen toplam lezyon sayısı 32 idi. Bunlardan 4 lezyonda %30'luk fark, 4 lezyonda %20'lik fark, 6 lezyonda %10'luk fark oluştu. Bu gruptan farklı olarak "nor-

mal koroner anjiyografi" şeklinde değerlendirilen 7 hastanın hepsinde ikinci değerlendirme de aynı oldu.

Her hasta için, o hastadan iki ayrı yöntemle elde edilen iki farklı perfüzyon skoru ile, çalışılan yöntemlerden elde edilen eğimler ve indeksler arasındaki lineer regresyon analizi yapıldığında; Sev/KH eğimi, İnt/KH eğimi ve Sev/KH indeksi ile perfüzyon skorları arasındaki korelasyonun ileri derecede anlamlı olduğu saptandı. Sonuçlar Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4. Gensini perfüzyon skorlaması yöntemlerinin tüm metodlarla lineer regresyon analizi ile karşılaştırılması

	r	p
Sev/KH eğimi	0,65	<0,05
İnt/KH eğimi	0,6	<0,05
Sev/KH indeksi	0,62	<0,05
İnt/KH indeksi	0,55	<0,05
Sev/ÇÜ indeksi	0,58	<0,05
St Değerlendirme	0,56	<0,05
İnt/ÇÜ indeksi	0,54	<0,05
Sev/ÇÜ eğimi	0,52	<0,05
İnd/KH indeksi	0,51	<0,05
İnd/ÇÜ indeksi	0,47	<0,05
İnt/ÇÜ eğimi	0,45	<0,05
İnd/ÇÜ eğimi	0,38	>0,05
İnd/KH eğimi	0,32	>0,05

(Sev: seviye, İnt: integral, İnd: İndeks, KH: Kalp hızı, ÇÜ: çift-ürün)

TARTIŞMA

Literatürün taranmasıyla elde edilen bu konuda yapılmış bildirimlerin büyük bir kısmında aST segmentinin KH'a uyarlanması test performansını artırdığı ileri sürülmektedir. Tablo 6'da ST segmentine seviyesine KH'nın lineer regresyon yöntemi ile uyarlamalarının yapıldığı bazı çalışmalarda sonuçlar gösterilmiştir (1,2,7,8,9,10,11,12,13,14). Kligfield ve ark'larının çalışmasında duyarlılık %68'den %91'e, özgüllük ise %83'ten %93'e çıkmıştır (11). Öte yandan Lacterman ve ark.'ın çalışmasında sözü edilen uyarlama ile özgüllük değişmezken, duyarlılık %58'den %54'e düşmüştür (13). Bizim çalışmamızda, Sev/KH eğimi uyarlaması en iyi yöntem gibi görünmesine rağmen, İnt/KH eğimi ve Sev/KH indeksi

Tablo 5. ST segmenti seviyesi çökmesine kalp hızı uyarlamasının yapıldığı çalışmalar

Yazarlar	Hasta sayısı	Yıl	Standart değerlendirme		Kalp Hızı uyarlanmış	
			Özgüllük	Duyarlılık	Özgüllük	Duyarlılık
Simoons (1)	38	1977	95	63	93	8
Elamin (2)	206	1982	88	93	100	100
Detrano (7)	303	1986	73	65	73	69
Thwaites (8)	81	1986	81	64	91	27
Finkelhor (9)	64	1986	78	62	89	76
Deckers (10)	345	1988	90	65	90	78
Kligfield (11)	300	1989	83	68	93	91
Sato (12)	142	1989	76	81	97	70
Lachterman (13)	328	1990	73	58	73	54
Allibardi (14)	50	1993	(-)	(-)	93	97

yöntemlerinden anlamlı derecede üstün performans göstermemiştir.

Çalışmamızda, standart değerlendirmeler için de test pozitifliği için eşik değer alıcı işlemci eğrisine bakılarak belirlendi. Alıcı işlemci eğrisinde standart değerlendirmede test performansı en iyi 80 µV seviyesinde alındı ve test buna göre değerlendirildi. Eşik değer için daha önceden kabul gören 100µV'luk kriter bu çalışmada kullanıldı. 100µV'luk eşik değerinin bizim çalışmamızda duyarlılığı %73, özgüllüğü %60, relatif riski 2.10 olarak bulunmuştur. 80µV'luk eşik değeri için rakamlar aynı sırayla %80, %59, 2.95 olmuştur. Standart değerlendirmeler yapılırken, sadece J noktasından 60 msn sonrası olan seviye dikkate alındı, bu segmentin eğimi dikkate alınmadı. Bu nedenle, yukarı eğimli ST segmentli -ki bunların yanlış pozitif çıkma olasılığı fazladır- olan bazı hastalar da değerlendirmeye alındı. Bunun standart değerlendirme yöntemi için bir dezavantaj olabileceğini belirtmeliyiz.

ST segmenti seviyesi, integrali ve indeksinin belirlenmesinde J noktasından 60 msn sonrası referans nokta olarak kabul edildi. Bunun daha isabetli sonuç verdiği bazı çalışmalarda saptanmıştır (15). Seksen msn'lik segmentin egzersizin ileri dönemlerinde T dalgasını çıkan koluna düşmesi nedeniyle yanlış ölçümlere neden olabileceği ileri sürülmektedir (16).

Tüm yöntemlerin Gensini perfüzyon skorlarıyla doğrusal ilişkileri çok güçlü olmuştur. Gensini perfüzyon skorlamasında lezyon uzunlukları dikkate alın-

mamaktadır. Oysa; lezyon uzunluğunun akım üzerine etkisi üzerine yapılan çalışmalarda, akıma karşı olan direncin lezyon uzunluğu ile doğrusal bir şekilde arttığı ve akımın buna bağlı olarak azaldığı saptanmıştır (17,18). Çok kısa bir lezyonun çok uzun bir lezyonla aynı miktarda akım azalması yaptığını varsaymak perfüzyon skorlamasında çok önemli yanlışlara neden olabilir. Ayrıca, tam tıkalı bir lezyona Gensini skorlamasında, en yüksek puanı olan 32 puanı verilmektedir. Bu puanlama, o damardan geçen akımın derecelendirilmesi açısından haklı görünmektedir, ancak ET gibi bir testle elde edilen iskemi ölçütüyle korelasyon yapılma aşamasında önemli sakıncalar doğurabilir. Bu damarın beslediği segmentte "uyumlu miyokard infarktı" varsa ET'inde iskemi bulgularının oluşması infarkt içerisinde canlı doku olup olmadığına bağlıdır. Eğer canlı doku yoksa hiç de iskemi oluşmayabilir. Kanımızca, Gensini perfüzyon skorlamasının bu eksiklikleri koroner angiografilerden elde edilen perfüzyon skorlarının ET'inden elde edilen iskemi ölçütleriyle korelasyonun olumsuz yönde etkilemiştir. Bu sakıncaların düzeltilmesi aradaki ilişkinin daha da iyi olmasını sağlayabilir.

Miyokard oksijen tüketiminin, ÇÜ'e KH'na olduğundan daha fazla bağımlı olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, yapılan uyarlamalarda ÇÜ'nün KH'ına oranla daha başarılı olması beklenir. Ancak, bizim çalışmamızda KH'ı uyarlamaları daha başarılı sonuçlar vermiştir. Bunun nedeninin, en azından kısmen, test sırasındaki KB ölçümünde yapılan yanlış ölçümler olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca, sol ventrikül sisto-

lik fonksiyonu ileri derecede bozuk olan ve/veya 3 damar hastalığı olanlarda test sırasında KB'nın yükselmemesi veya düşmesi de çalışmamızda bazı hastalarda ÇÜ uyarlamasıyla anlamlı eğim alınmasını engellemiştir. Bu da, ÇÜ uyarlamalarının performansını kötü yönde etkilemiştir. Test sırasında daha hassas KB ölçümünün yapılabilmesi ve bu tür yanıtların değerlendirmeden çıkarılmasıyla ÇÜ uyarlamaları ile perfüzyon skorları arasındaki korelasyon daha başarılı olabilir ve ST segmenti seviyesi veya integralinin ÇÜ'e uyarlamaları KH'ninkinden daha iyi olabilir.

Bu çalışmada, test sonrası dinlenme dönemi değişiklikleri yöntemlerin hiçbirisinde dikkate alınmamıştır. Egzersiz sonrasında olan dinlenme dönemindeki ST segmenti değişiklikleri testin değerlendirilmesinde dikkate alınmadığı zaman yanlış negatifiklere neden olabilir. Standart değerlendirmede veya basit uyarlamalarda egzersiz sonrası değişiklikler kolayca değerlendirmeye alınabilir, ancak lineer regresyon analizi ile yapılan uyarlamada egzersiz sonrasında KH düşeceği için egzersiz sonrası değişiklikleri dikkate almak olanaksız görünmektedir. Bu, lineer regresyon ilkesine dayanan uyarlama yöntemlerinin test performansı açısından önemli bir dezavantajı olmaktadır.

Çalışma grubunun belirlenmesinde seçtiğimiz hastaların hepsinin koroner anjiyografi indikasyonunun olması metodolojik olarak bias'a neden olmuştur. Ayrıca, yanlış pozitif olarak değerlendirilen hasta grubumuzda test sonucu talyum sintigrafisi ile karşılaştırılmadı. Bu da çalışmamızın bir diğer limitasyonudur ve test özgüllüğünün düşmesine neden olmuş olabilir.

Kanımızca, koroner kan akımının değerlendirilmesi için damar sayısı yöntemini kullanmak kaba bir yöntemdir. Perfüzyon skorlaması ile değerlendirme iskemi miktarı hakkında daha ayrıntılı bilgi vermekle birlikte yine de yetersiz kalmaktadır. Bu amaçla yapılacak çalışmalarda, intrakoroner Doppler ile koroner vasküler rezerv değerlendirmesinin çok daha duyarlı bir parametre olarak kullanılabileceğini düşünürüz.

Sonuç

Egzersiz testinde koroner iskeminin değerlendirilmesi için kullanılan; ST segmenti seviyesi, integrali

ve indeksinin, KH ve ÇÜ'e, hem basit, hem de lineer regresyon esaslı uyarlamaları sonucunda oluşturulan 12 farklı yöntemden test performansları en iyi olan yöntemler; Sev/KH eğimi, İnt/KH eğimi ve Sev/KH indeksi olmuştur (duyarlılık ve özgüllükler sırasıyla; %86, %66; %65; %83, %63). Bu üç yöntemin performansları arasında anlamlı fark yoktur. Her üç yöntem de geleneksel değerlendirmeden daha iyi test performansına sahip olmuşlardır. Bu yöntemlerin Gensini perfüzyon skorlama yöntemiyle elde edilen perfüzyon skorları ile doğrusal ilişkileri ileri derecede anlamlı bulunmuştur. ÇÜ uyarlamalarının test performansı KH uyarlamalarınınkine oranla daha kötü olmuştur. Sonuç olarak, bahsedilen bu üç yöntem de, özellikle geleneksel yöntemin tamamlayıcısı olarak klinikte güvenli bir şekilde kullanılabilir.

KAYNAKLAR

1. Simons ML.: Optimal measurements for detection of coronary artery disease by exercise ECG. *Comput Biomed Res* 1977; 10: 483
2. Elamin MS, Boyle R, Kardash MM.: Accurate detection of coronary heart disease by a new exercise test. *Br Heart J* 1982; 48: 311-320
3. Yamabe H, Kakimoto T, Fujita H, Kim S, Yano T, Yokoyama M: Is ST/HR slope a predictor of coronary artery lesion in effort angina pectoris? A comparison of exercise hemodynamic variables. *Jpn Heart J.* 1993 Jul; 34: 385-90
4. Okin PM, Bergman G, Kligfield P: Heart rate adjustment of the time-voltage ST segment integral: Identification of coronary disease and relation to standard and heart rate-adjusted ST segment depression criteria. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18 (6): 1487-92
5. Gibbons RJ, Balady GJ, Beasley JW, et al.: ACC/AHA guidelines for exercise testing: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). *J Am Coll Cardiol.* 1997, 30: 260-315
6. Kligfield P, Okin P, Stumpf T: Computer-based ST/HR slope calculation on Marquette CASE 12: Development and technical considerations. *J Electrocardiol* 1988, 134: 138
7. Detrano R, Salcedo E, Passalacqua M: Exercise electrocardiographic variables. A critical appraisal. *J Am Coll Cardiol* 1986; 8: 886
8. Thwaites BC, Quyyum AA, Raphael MJ: Comparison of the ST/HR slope with the modified Bruce exercise test in the detection of coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1986; 57: 554
9. Finkelhor RS, Newhouse KE, Vrobel TR: The ST segment / HR slope as a predictor of coronary artery disease.

se. Comparison with quantitative thallium imaging and conventional ST segment criteria. *Am Heart J* 1986; 112: 296

10. Deckers JW, Rensing BJ, Tijssen JPG: A comparison of methods of analysing exercise tests for diagnosis of coronary artery disease. *Br Heart J* 1989; 62: 438

11. Kligfield P, Ameisen O, Okin PM: Heart rate adjustment of ST segment depression for improved detection of coronary artery disease. *Circulation* 1989; 79: 245

12. Sato I, Keta K, Aihara N: Improved accuracy of the exercise electrocardiogram in detection of coronary artery and three vessel coronary disease. *Chest* 1989; 94: 737

13. Lachterman B, Lehmann K, Detrano R: Comparison of ST segment / heart rate index to standard ST criteria for analysis of exercise electrocardiogram. *Circulation* 1990; 82: 44

14. Allibardi P, Dainese F, Burelli C, D'Este D, Zanuttini D, Pascotto P: The ST/HR slope and coronary stenosis. *G Ital Cardiol* 1993; 23: 1097-103

15. Okin PM, Bergman G, Kligfield P: Effect of ST segment measurement point on performance of standard and heart rate-adjusted ST segment criteria for the identification of coronary artery disease. *Circulation* 1991; 84: 1, 57-66

16. Ellestad M: Stress Testing. Principles and Practise 3.rd Edition, 1986

17. Feldman R, Nichols W, Pepine C: Hemodynamic significance of the length of a coronary arterial narrowing. *Am J Cardiol* 1978, 865-871

18. Gould KL, Lipscomb K, Hamilton GW: Physiologic basis of assessing critical coronary stenosis. *Am J Cardiol* 1974; 33: 87-94

19. Bishop N, Hart G, Boyle RM: Use of maximal ST/HR slope to estimate myocardial ischemia after recent myocardial infarction. *Br Heart J* 1987; 57: 512