

Efor Esnasında Mitral Akım Hızı Parametrelerinin Pulsed Doppler ile Değerlendirilmesi: Efor Doppler ile EKG Efor Testi ve Koroner Anjiyografi Sonuçlarının Karşılaştırılması

Uz. Dr. Oktay SANCAKTAR, Doç. Dr. Tuğrul OKAY, Uz. Dr. Ali Rıza KAZAZOĞLU, Uz. Dr. Serdar AKSÖYEK, Prof. Dr. Mehmet ÖZDEMİR
Koşuyolu Kalp ve Araştırma Hastanesi, İstanbul

ÖZET

Eforla gelişen miyokard iskemisi sonucunda sol ventrikülün (SV) sistolik ve diyastolik fonksiyonlarında bozulma olmaktadır. Efor anında SV diyastolik fonksiyonlarındaki değişiklikleri belirlemede Doppler'in değerini saptamak için 12 normal ve koroner anjiyografi ile koroner arter hastalığı saptanan 47 olguda (1 damar hastalığı=DH olan 14, 2 DH'ı olan 16, 3 DH'ı olan 17 olgu) efor Doppler ekokardiyografi yapılarak pulsed Doppler ile mitral akım hızları ölçüldü ve aynı anda elektrokardiyografik (EKG) efor testi yapıldı.

Ortalama mitral akım hızı, Doppler ile kaydedilen transmtral akım-zaman eğrisinin altındaki alan, zaman aksisi üzerindeki uzaklığa bölünerek hesaplandı. İstirahat anında ve hemen efor sonrası ölçülen ortalama mitral akım hızlarındaki artış oranı 2 olgu grubu arasında karşılaştırıldı. Ortalama mitral akım hızında efor sonrası artış oranı kontrol grubunda % 101±19, koroner hastalığı olan grupta ise % 38±13 olarak bulundu ($p<0.01$). 12 normal olgunun 11'inde ortalama mitral akım hızındaki artış oranı % 50'nin üzerinde oldu. Buna karşın, ortalama mitral akım hızındaki artış oranı koroner arter hastalığı olan 47 olgunun 41'inde % 50'nin altında kaldı (1 DH 11/14, % 79; 2 DH 14/16, % 88; 3 DH 16/17, % 94).

Koroner arter hastalığını belirlemede maksimum efor sonrası ortalama mitral akım hızındaki artış oranının % 50'nin altında kalması baz olarak kullanıldığında efor Doppler testinin duyarlılığı % 89, özgüllüğü % 92 olarak bulundu. Bu çalışmadaki EKG efor testinde ise duyarlılık % 81, özgüllük % 75 olarak belirlendi.

Sonuçta bu çalışma efor anında Doppler ile belirlenen ortalama mitral akım hızındaki değişmelerin eforla gelişen miyokard iskemisini belirlemede kullanılabilir bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Efor Doppler testi, mitral akım hızı, miyokard iskemisi

Efor esnasında gelişen miyokard iskemisinin yol açtığı sol ventrikül (SV) sistolik ve diyastolik fonksiyon bozukluklarını saptamak için kullanılan efor ekokardiyografisi ve eforlu radyonüklid ventrikülografi gibi non-invasiv yöntemlerin rutin elektrokardiyografik (EKG) efor testine oranla koroner hastalığının tanısı ve prognozunu belirleme açısından daha değerli bilgiler verdiği belirtilmektedir⁽¹⁻³⁾.

Doppler ekokardiyografi de SV diyastolik fonksiyonunu belirlemede kullanılan non-invasiv yöntemlerden biridir^(4,5). Sistemik hipertansiyon, dilate kardiyomiyopati, akut miyokard infarktüsü ve perkütan translüminal koroner anjiyoplasti esnasında SV diyastolik fonksiyonun belirlenmesi amacıyla çeşitli çalışmalarda, SV diyastolik doluş parametreleri pulsed Doppler ekokardiyografi ile incelenmiştir⁽⁶⁻¹⁰⁾. Rassi ve ark'da⁽¹¹⁾ normal kişilerde efor esnasında ortalama mitral akım hızının efor sonunda % 100 arttığını göstermişlerdir. Ancak koroner arter hastalığı olan olgularda transmtral akımda eforla gelişen değişiklikler yeterince incelenmiştir. Bu bilgilerin ışığında, bu çalışma koroner hastalığı saptanmış ancak istirahat ekokardiyogramı normal olan

VII. Ulusal Kardiyoloji Kongresi'nde serbest bildiri olarak sunulmuştur.

Alındığı tarih: 8 Ocak 1991

Yazışma adresi: Alageyik Sok. 5/14 81030-Feneryolu/İstanbul

olgularda efor testi esnasında SV'ün diyastolik fonksiyonlarındaki değişiklikleri belirlemede Doppler ekokardiyografinin değerini ve de bunun eforla gelişen iskemiyi ortaya koyan güvenilir bir gösterge olup olmadığını araştırdık.

MATERYEL ve METOD

Olgular: Koroner arter hastalığı saptanan 47 (ortalama yaş 54±8) ve normal olan 12 olgu (ortalama yaş 51±9) çalışmaya alındı. Olguların dağılımı Tablo 1'de görülmektedir. Koroner anjiyografi ile koroner arter hastalığı saptanan 47 olgunun koroner arter hastalığının yaygınlığına göre dağılımı şöyleydi: bir damar hastalığı olan 14 olgu (% 30; ortalama yaş 56±7); iki damar hastalığı olan 16 olgu (% 34; ortalama yaş 53±11); üç damar hastalığı olan 17 olgu (% 36; ortalama yaş 54±9). Koroner arter hastalığı olan olguların istirahat ekokardiyogramında duvar hareket bozukluğu, valvuler hastalığı, yüzey elektrokardiyogramında Q dalgası ve hikayede geçirilmiş miyokard infarktüsü anemnezi yoktu.

Kontrol grubunu oluşturan 12 normal olgunun ekokardiyogramı, yüzey elektrokardiyogramı ve koroner anjiyogramları normaldi. Olguların tümünde aspirin ve sublingual nitrit dışındaki tedavi efor testinden 3 gün önce kesildi.

Pulsed Doppler: Olguların istirahat ve hemen efor sonrası pulsed Doppler incelemeleri General Elektrik Pass C ultrasound sistem'le ve 3.25 mHz transduser kullanarak gerçekleştirildi. Transmitral akım, apikal 4 boşluk pozisyonunda Doppler "sample"ı mitral anulusun sol ventrikül tarafına ve "cursor" akıma paralel gelecek şekilde yerleştirilerek kaydedildi ve Doppler sinyalleri 100 sm/sn'lik kağıt hızında yazdırıldı. So-lunum fazları dikkate alınmadan maksimum mitral akım hızı olan örnekler incelendi. Doppler ile elde edilen transmitral akım hızı örneklerinden sol ventrikül doluşunun 4 parametresi ölçüldü: 1) erken diyastolde maksimum akım hızı (E maks); 2) atriyum sistolünde maksimum akım hızı (A maks); 3) erken di-yastolik ve atriyum sistoline bağlı geç diyastolik maksimum akım hızlarının oranı E/A; 4)

ortalama mitral akım hızı (transmitral akım-zaman eğrisinin altındaki alan zaman aksı üzerindeki uzaklığa bölünerek elde edildi (Şekil 1).

Bu akım hızı-zaman eğrisi altındaki alan intergrali (ortalama mitral akım hızı) diyastolik doluş zamanına göre düzeltildi ve bu değer zaman-hız integrali olarak ifade edildi (ZHI).

Efor testi: Tüm olgulara Tunturi LT 4000 model elektronik frenli bisiklet ile efor testi uygulandı. Protokole göre efor 150 kg-m/dk iş yükü ile başlatıldı ve her iki dakikada bir iş yükü 50 kg-m artırıldı. Tüm efo süresince pedal hızı sürekli olarak 60 rpm'de tutuldu. ST segmentinin 1 mm ve daha fazla horizontal veya aşağı eğimli çökmesi veya J noktasından 80 sn sonra 2 mm ve daha fazla yukarı eğimli ST segmenti çökmesi iskemik cevap olarak kabul edildi.

Koroner anjiyografi: Tüm koroner anjiyografik çalışmalar standart kateter ve tekniklerle brakial veya femoral yaklaşım kullanılarak yapıldı. Major epikardiyal koroner arterlerin % 50 ve üstündeki darlıkları ciddi olarak kabul edildi. Ciddi diyagonal arter darlıkları sol ön inen arter (LAD), ciddi obtus marjin darlıkları da sol sirkumfleks arter hastalığı olarak değerlendirildi.

İstatistik: Duyarlılık (sensitivite) gerçek müsbet bulunanların o gruptaki gerçek hastalara bölünmesi ile; özgüllük (spesifite) gerçek negatif bulunanların o gruptaki gerçek hasta olmayanların sayısına bölünmesi ile bulundu. Gruplar arasındaki karşılaştırma "Fisher exact" testi ile yapıldı. P değeri <0.05 ise fark anlamlı olarak değerlendirildi.

BULGULAR

Koroner arter hastalığı olan ve olmayan toplam 59 olgunun elektrokardiyografik (EKG) efor testi ve eforlu pulsed Doppler testi sonuçlarının özeti Tablo 2'de gösterilmektedir. Normal olan grupta müsbet bulunan EKG efor testi sayısı 3, müsbet pulsed Doppler testi sayısı ise 1 idi. Koroner arter hastalığı olan grupta ise müsbet EKG efor testi sayısı 39, müsbet eforlu pulsed Doppler testi sayısı ise 42 idi.

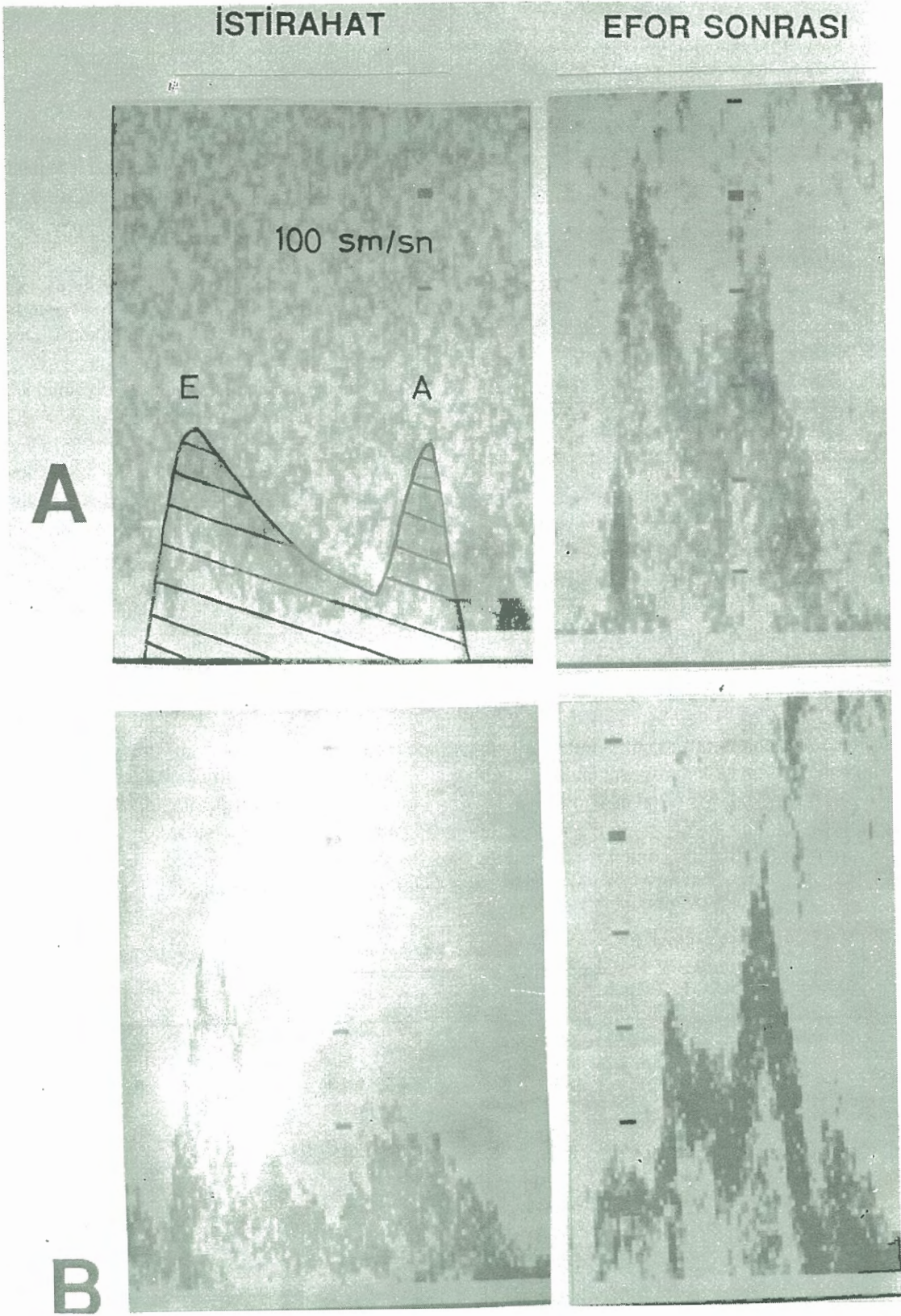
Her iki grubun yaş ortalaması (51±9; 54±8) istirahat kalp hızları (74±19; 77±14), efor sonrası kalp hızları (134±25; 143±21) ve test sonu hesaplanan çift-ürün (double-product) (23.000±4000; 26.000±6000) arasında anlamlı bir farklılık yoktu. Hipertansiyonu olan olgu sayısı normal grupta % 25 (3/12), koroner arter hastalığı olan grupta ise % 21 (10/47) idi (p<0.05).

Her iki grupta istirahat anında ve hemen efor sonrası

Tablo 1. Olguların dağılımı

	Olgu sayısı	Yaş	Cins E / K
Normal	12	51±9	9/3
KAH	47	54±8	36/11
1 DH	14	56±7	11/3
2 DH	16	53±11	12/4
3 DH	17	54±9	13/4

KAH: Koroner arter hastalığı; DH: damar hastalığı; E: Erkek, K: Kadın



Şekil 1. Normal ve koroner arter hastalığı olan iki ayrı olgunun istirahat ve hemen efor sonrasında Doppler transmitral akım hızı örnekleri. A) Normal olgu: istirahat $oMAH=27$ m/sn, efor sonrası $oMAH=56$ m/sn, artış oranı % 107. B) Koroner arter hastalığı olan olgu: istirahat $oMAH=29$ m/sn, efor sonrası $oMAH=42$ m/sn, artış oranı % 43. $oMAH$: ortalama mitral akım hızı (koyu çizgilerin altında kalan alan integrali), E: erken diastolde maksimum hız, A: atriyum sistolindeki maksimum hız.

Tablo 2. Normal ve koroner arter hastalığı (KAH) olan olgularda elektrokardiyografik (EKG) efor testi ve efor Doppler testi sonuçları

	Normal grup (S: 12)	KAH olan grup (S: 47)
A: EKG efor testi		
Müsbet	3	39
Menfi	9	8
	duyarlılık % 83; özgüllük % 92	
B: Efor Doppler testi		
Müsbet	1	42
Menfi	11	5
	duyarlılık % 81; özgüllük % 75	

belirlenen ortalama mitral akım hızları Tablo 3'de görülmektedir. Kontrol grubunda efor sonrası ortalama mitral akım hızındaki artış oranı ortalama 101 ± 19 iken, iskemik grupta bu artış oranı ortalama 38 ± 13 olarak bulundu ($p < 0.05$). Normal ve iskemik gruptan birer olgunun Doppler akım örnekleri Şekil 1'de görülmektedir.

Efor sonrası ortalama mitral akım hızındaki artışın % 50'nin üstünde olması kontrol grubundaki 12 olgunun 11'inde gerçekleşti. Ortalama mitral akım hızındaki artış oranının % 50'nin altında olması ise koroner arter hastalığı olan gruptaki 47 olgunun 42'sinde belirlendi ($p < 0.05$). Koroner arter hasta-

lığının belirlemede maksimum efor sonrası ortalama mitral akım hızındaki artış oranının % 50'nin altında olması baz olarak kullanıldığında efor Doppler testinin duyarlılığı % 87, özgüllüğü % 92 bulundu. Pozitif prediktiv değeri de % 98 olarak hesaplandı. Bu çalışmada elektrokardiyografik efor testinde ise duyarlılık % 81, özgüllük % 75 bulundu.

Bu çalışmada yine koroner arter hastalığı yaygınlığı ile efor sonrası mitral akım hızının artış oranındaki azalma arasında ters bir ilişki bulundu. Diğer bir deyişle koroner hastalığının yaygınlığı arttıkça efor Doppler testinin müsbet bulunma (ortalama mitral akım hızındaki artışın % 50'nin altında kalması) oranı arttı. Müsbet bulunma oranı tek damar hastalığı olanlarda % 79 (11/14), iki damar hastalığı olanlarda % 88 (14/16), üç damar hastalığı olanlarda ise % 94 (16/17) idi.

Zaman-hız integrali ortalama mitral akım hızının diyastolik doluş süresine (toplam transmitral akım süresi) bölünmesi ile hesaplandı. Her iki gruptaki zaman-hız integrali ve diyastolik doluş sürelerinin istirahat ve efor sonrası değerleri ve de değişim oranları Tablo 4'de verilmiştir. Zaman-hız integralinin istirahat ve efor sonrası değişim oranı gruplar arasında farklılık göstermedi. Koroner arter hastalığı olan olgularda efor sonrası diyastolik doluş zamanındaki azalma oranı normal olgulara oranla daha düşük bulundu (% 23, % 37, $p < 0.05$). Erken diyastolik ve atriyum sistoline bağlı geç diyastolik maksimum

Tablo 3. Ortalama mitral akım hızı değerleri

Olgu grubu	İstirahat mitral akım hızı (sm/sn)	Efor sonrası mitral akım hızı (sm/sn)	Mitral akım hızındaki artış oranı (%)	Mitral akım hızında > % 50 artış gösteren olgu sayısı
Normal	38±7	78±12	101±19	11/12
KAH	36±10	49±17	38±13*	5/47*
1 DH	43±16	61±21	45±11*	3/14
2 DH	34±6	47±12	37±10*	2/16
3 DH	31±9	41±12	32±10*	1/17

* $p < 0.005$

Tablo 3. Ortalama mitral akım hızı değerleri

Olgu grubu	İstirahat DDZ (sn)	Efor sonrası DDZ (sn)	DDZ değişim oranı (%)	ZHI değişim oranı (%)
Normal	0.46±0.14	0.28±0.11	37±13	15±11
KAH	0.44±0.18	0.34±0.14	23±12*	12±8

DDZ: diyastolik doluş zamanı; ZHI: zaman hız integrali; KAH: koroner arter hastalığı. * p < 0.05

akım hızlarının oranları (E/A oranı) gruplar arasında istirahat ve efor sonrası anlamlı bir farklılık göstermedi. Yine E/A değerinin efor sonrası değişim oranı da gruplar arasında farklı değildi.

TARTIŞMA

Son yıllarda sistolik ve diyastolik sol ventrikül fonksiyonlarını değerlendirmede Doppler akım hızları sık olarak kullanılmaktadır. Aort ve transmitral akım hızları ile birlikte anular alan ölçümleri atım hacmi ve kalp debisini belirlemede kullanılmıştır (12,13). Yine değişik kalp hastalıklarında sol ventrikülün diyastolik fonksiyonları pulsed Doppler ile birçok araştırmada incelenmiştir (6-10). Ancak eforla aort akım hızında oluşan değişiklikler detaylı olarak incelenirken (14-16), normal ve koroner arter hastalığı olanlarda efor esnasında transmitral akımda gelişen değişiklikler yeterince incelenmiştir.

Bu çalışma, Rassi ve ark.'ın (11) normal olgularda eforla transmitral akım hızında en az % 100'lük artış olduğunu saptadıkları çalışmayı teyid etmektedir. Yine bu çalışma koroner arter hastalığı olan olgularda efor sonrası transmitral akım hızındaki artış oranının iskemik olmayan olgulara oranla belirgin şekilde daha düşük kaldığını da ortaya koydu. İskemik olgularda transmitral akım hızının eforla artış oranının daha düşük olması gelişen miyokard iskemisi sonucu atım hacminde, sol ventrikül doluşunda veya her ikisinde birden oluşan değişiklikleri yansıtabilir. Ancak ortalama mitral akım hızına oranla zaman-hız integralinin, toplam transmitral akıma daha direkt olarak bağımlı olduğu düşünülür ve de gruplar arasında ortalama mitral akım hızına karşın zaman-hız integralinde efor sonrası oluşan değişikliklerin önemli farklılıklar göstermediği gözö-

nüne alınırsa, atım hacmindeki değişikliklerin bu işte önemli olmadığı söylenebilir. Böylece efor sonrası ortalama mitral akım hızındaki anormal cevap, gelişen iskemi sonucu sol ventrikül kompliyansında azalma ve sol ventrikül doluşuna rezistans gelişmesi ile açıklanabilir. Belki de normal olanlarla karşılaştırıldığında iskemik olgularda efor sonu diyastolik doluş zamanlarındaki azalma oranının daha düşük bulunması, iskemi sonucu sol ventrikül kompliyansındaki azalmaya bağılı olarak diyastolik doluş zamanında gelişen rölatif bir uzamayı yansıtmaktadır.

Ayrıca hipertansif olup koroner arter hastalığı olmayan olgularda efor sonunda ortalama transmitral akım hızındaki artış oranının % 100'ün üzerinde olduğu gözlenirken, hipertansiyon ve koroner arter hastalığı birlikte olan olgularda ise bu artış oranının % 50'nin altında kaldığı saptandı. Bu bulgu da eforla olan artışın iskemik grupta daha az olmasının (% 50'nin altında) istirahat anındaki sol ventrikül kompliyans azalmasına değil de, asıl olarak eforla gelişen iskeminin bir göstergesi olabileceğini düşündürmektedir.

Gruplar arasında istirahat ve efor sonu gelişen kalp hızları arasında bir farklılık olmadığı için, iskemik ve iskemik olmayan grup arasındaki ortalama mitral akım hızının eforla artışının farklı olması kalp hızlarındaki farklılıklara bağılı olamaz. Yine her iki grup arasında çift-ürün açısından bir farklılık olmadığı için de eforla oluşturulan stresin her iki grupta da aynı olduğunu söyleyebiliriz. Yaşlanma ile birlikte pulsed Doppler ile elde edilen sol ventrikül doluş örneklerinin değiştiği çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (17,18). Bu çalışmadaki kontrol grubu ile iskemik olan grubun yaş dağılımları birbirine benzerlik gösteriyordu. Ayrıca gruplar arasında hiper-

tansiyon insidansı açısından da bir anlamlı bir farklılık yoktu.

Sonuçta bu çalışma, efor esnasında Doppler ekokardiyografi ile belirlenen ortalama mitral akım hızındaki değişmelerin eforla gelişen miyokard iskemisini saptamada kullanılabileceği göstermektedir. Ayrıca bu sonuçlar efor Doppler ekokardiyografik testinin özgüllük ve duyarlılığının elektrokardiyografik efor testine oranla daha fazla olduğunu ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

1. Robertson WS, Feigenbaum H, Armbtrong W, et al: Exercise echocardiography: a clinical practical addition in the evaluation of coronary artery disease. JACC 2:1085, 1983
2. Visser C, Van Der Wieken R, Kan G, et al: Comparison of two-dimensional echocardiography with radionuclide angiography during dynamic exercise for the detection of coronary artery disease. Am Heart J 106:528, 1983
3. Ryan T, Vasey CG, Presti CF, et al: Exercise echocardiography: detection of coronary artery disease in patients with normal left ventricular wall motion at rest. JACC 11:993, 1989
4. Rokey R, Kuo LC, Zoghbi WA, Limacher MC, et al: Determinatin of parameters of left ventricular diastolic filling with pulsed Doppler echocardiography: Comparison with cineangiography. Circulation 71:543, 1985
5. Spirito P, Maron BJ, Bonow RO: Noninvasive assessment of left ventricular diastolic funtion: comparative analysis of Doppler echocardiographic and radionuclide angiographic techniques. JACC 7:518, 1986
6. Philips RA, Coplan NL, Krakoff LR, et al: Doppler echocardiographic analysis of left ventricular filling in treated hypertensive patients JACC 9:317, 1987
7. Takenaka K, Dabestani A, Gardin JM, et al: Left ventricular filling in hypertrophic cardiomyopathy: a pulsed Doppler echocardiographic study. JACC

6:1263, 1986

8. Takenaka K, Dabestani A, Gardin JM, et al: Doppler echocardiographic study of left ventricular filling in dilated cardiomyopathy. Am J Cardiol 58:143, 1986
9. Fujii J, Yazaki Y, Sawada H, et al: Noninvasive assessment of left and right ventricular filling in myocardial infarction with a two -dimensional Doppler echocardiographic method. JACC 5:1155, 1985
10. Wind BE, Snider AR, Buele AJ, et al: Pulsed Doppler assessment of left ventricular diastolic filling in coronary artery disease before and immediately after coronary angioplasty. Am J Cardiol 59:1040, 1987
11. Rassi A Jr, Richards K, Miller J, et al: Echo/Doppler assessment of mitral blood flow during supine exercise (abstr). Circulation 74:11, 1986
12. Lewis JF, Koquo LC, Nelson JG, et al: Pulsed Doppler echocardiographic determination of stroke volume and cardiac output: clinical validation of two new methods using the apical window. Circulation 70:475, 1984
13. Marx GR, Hicks RW, Allen HD: Measurement of cardiac output and exercise factor by pulsed Doppler echocardiography during supine bicycle ergometry in normal young adolescent boys. JACC 10:430, 1987
14. Gardin JM, Kozlowski J, Dabestani A, et al: Studies of Doppler aortic flow velocity during supine bicycle exercise. Am J Cardiol 57:327, 1986
15. Bryg RJ, Labovitz AJ, Mehdirad AA, et al: Effect of coronary artery disease on Doppler-derived parameters of aortic flow during upright exercise. Am J Cardiol 58:14, 1986
16. Mehdirad A, Williams GA, Labovitz AJ, et al: Evaluation of left ventricular function during upright exercise: correlation of exercise Doppler with post exercise two-dimensional echocardiographic results. Circulation 75:327, 1986
17. Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N, et al: Augmentation of atrial contribution to left ventricular inflow with aging as assessed by intracardiac Doppler flowmentry. Am J Cardiol 53:586, 1986
18. Kuo LC, Quinones MA, Rokey R, et al: Quantification of atrial contribution to left ventricular filling by pulsed Doppler echocardiography and the effect of age in normal and diseased hearts. Am J Cardiol 59:1179, 1987