

# Koroner Arter Hastalığının Tanısında Dobutamin Elektrokardiyografi Testinin Değeri

## THE VALUE OF DOBUTAMINE ECG TESTİN THE DIAGNOSIS OF CORONARY ARTERY DISEASE

Filiz ÖZERKAN\*, Oğuz YAVUZGİL\*, Levent CAN\*\*,  
Hakan KÜLTÜRSAY\*\*\*, Cahide SOYDAŞ\*\*\*\*, Ahmet ALTINTIĞ\*

\* Uz.Dr.Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji ABD,  
\*\* Yrd.Doç.Dr.Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji ABD,  
\*\*\* Prof.Dr.Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji ABD,  
\*\*\*\*Doç.Dr.Fgc Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji ABD, İZMİR

### Özet

Dobutamin elektrokardiyografi (Dx EKG) testi özellikle efor yapması güç olan hastalarda koroner arter hastalığı tanısında egzersiz tolerans testine alternatif bir noninvaziv test olarak ileri sürülmektedir. Bu çalışmada koroner arter hastalığı koroner anfiyografi ile belgelenmiş ve egzersiz EKG (Ex EKG) testi yapılmış olan 34 hasta (yaş ortalaması 54+9; 30 erkek, 4 kadın) ile 11 normal (yaş ortalaması 53+7; 9 erkek, 2 kadın) olguda Dx EKG testi yapılarak bu testin koroner arter hastalığı tanısındaki değeri araştırıldı. 13'ü tek damar hastası, 21 'i çok damar hastası, 11 'i normal olan toplam 45 olguda 5 pg/kg/dk ile başlayıp 3-5 dakikalık aralarla artırılarak 50 pg/kg/dk' ya kadar yükselen dozlarda dobutamin infüzyonu yapıldı. Tüm çalışma grubunda ortalama 39 pg/kg/dk maksimal doza çıkıldı. Test sırasında 12 derivasyonlu EKG ve kan basıncı monitörizasyonu yapıldı. Dx EKG testi sırasında Ex EKG testine kıyasla maksimal kalp hızı ve kan basıncı yanıtları daha düşük bulundu. Dx EKG testi, 11 normal olgunun 3'ünde, tek damar hastası 13 olgunun 10'unda, çok damar hastası 21 olgunun 19'unda pozitif bulundu. Dobutamin infüzyonu sırasında çok damar hasta grubunda normal ve tek damar hastalığı olan gruba kıyasla daha fazla yan etki görüldü. Dx EKG testinin koroner arter hastalığı tanısındaki duyarlılığı %>64, özgüllüğü %72, pozitif prediktif değeri %8<S, negatif prediktif değeri %40 ve test doğruluğu %66 bulundu.

Sonuç olarak, dobutamin EKG testinin klasik egzersiz testi ile kıyaslandığında duyarlılığı daha düşük ancak özgüllüğü daha yüksek bir alternatif test olarak özellikle egzersiz yapması güç olan hastalarda koroner arter hastalığı tanısında kullanılabileceği kanısına varıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Dobutamin testi, Egzersiz testi,  
Koroner arter hastalığı

T Klin Kardiyoloji 1997, 10:18-22

**Geliş Tarihi:** 16.02.1996

**Yazışma Adresi:** Dr.Filiz ÖZERKAN  
2/10 sokak No: 1 D:7 OYAK Sitesi,  
Üçkuyular, İZMİR

XI. Ulusal Kardiyoloji Kongresinde sunulmuştur.

### Summary

Dobutamine electrocardiography (ECG) test has been introduced as an alternative test for the diagnosis of coronary artery disease particularly in patients who are unable to exercise due to the physical restrictions.

The purpose of this study was to investigate the clinical value of dobutamine ECG test for the diagnosis of coronary artery disease. Study population consisted of 34 patients with coronary lesions ( 30 males, 4 females with a mean age 54+9 years; 13 patients with single vessel disease, 21 patients with multivessel disease) and 11 patients with normal coronary arteries (9 males, 2 females with a mean age 53+7 years). Dobutamine was infused for 3 to 5 minute intervals with incremental doses beginning from 5 pg/kg/min. up to 50 pg/kg/min. Twelve lead ECG and arterial blood pressure was monitored during the test. An average maximum dose of 39 pg/kg/min. was achieved in the entire group. The sensitivity of the dobutamine ECG test for the detection of coronary artery disease was 64%, the specificity 72%, the positive predictive value 88%, the negative predictive value 40% and the accuracy of the test was 66%.

It is concluded that; dobutamine ECG test is a less sensitive but more specific method than the conventional exercise ECG test in the diagnosis of coronary artery disease and it may be used particularly in patients who are unable to exercise sufficiently.

**Key Words:** Dobutamine test, Exercise test,  
Coronary artery disease

T Kim J Cardiol 1997, 10:18-22

elektrokardiyografi (Ex EKG) testi koroner arter hastalığının tanısında en sık kullanılan noninvaziv tanı araçlarından birisidir (1). Ancak yaşlılık ve çeşitli fizik engeller nedeniyle

egzersiz kapasitesi kısıtlanmış olan hastalarda bu testin tanısal değeri sınırlı kalmaktadır. Maksimal egzersiz yapamayan hastalarda bazı farmakolojik stres ajanları egzersiz testine alternatif olarak kullanılmaktadır (2,3). Günümüzde bunlar arasında en popüler olan ajan dobutamindir (4,5). Dobutamin, kalp kası üzerinde belirgin beta-1 reseptör agonist aktivitesi, ılımlı beta-2 ve alfa-agonist aktivitesi de olan bir ajandır (6). Potent pozitif inotropik etkisi vardır. Aynı zamanda beta-1 aktivitesi sonucu kalp hızını artırır ve ılımlı beta-2 stimülasyon sonucu periferik dirençte hafif bir azalmaya neden olur (7). Hemodinamik etkileri fiziksel egzersiz sırasında oluşan değişikliklere benzerdir. Kalp debisini, kalp hızını, sistolik kan basıncını, miyokardın oksijen tüketimini ve normal koroner arterlerdeki kan akımını artırır (6). Ancak koroner arter lezyonu varlığında, stenotik arter 0, ihtiyacı artan bölgeye yeterli akım sağlayamaz ve miyokard iskemisi oluşur (8,9). Bir çok klinik çalışma koroner arter hastalığı olan olgularda miyokard iskemisi yaratmada bir stres ajanı olarak dobutaminin kullanılabilirliğini vurgulamaktadır (1,10,11). Dobutamin EKG (Dx EKG) testinin koroner arter hastalığı tanısını koymadaki duyarlılığı ve özgüllüğünün en az Ex EKG testi kadar yüksek olduğu öne sürülmektedir (10). Bu çalışmada Dx EKG testinin koroner arter hastalığının tanısındaki değerinin araştırılması amaçlanmıştır.

### Gereç ve Yöntem

Çalışmaya yaş ortalaması 54±9 olan 30 erkek, 4 kadın 34 koroner arter hastası ve yaş ortalaması 53±7 olan 9 erkek, 2 kadın 11 sağlıklı kontrol olgusu alındı. Koroner arter hastalığı koroner anjiyografi ile belgelenmiş ve egzersiz testi yapılmış 34 hastanın 13'ünde tek damar, 21'inde çok damar hastalığı vardı. Q dalgalı miyokard infarktüsü, kardiyomiyopati, valvüler veya konjenital kalp hastalığı, malign aritmi, kararsız angina pectoris, ciddi hipertansiyon (sistolik kan basıncı >220mmHg, diyastolik kan basıncı >120mmHg), sol dal bloğu, sol ventrikül hipertrofisi olan olgular çalışma dışı bırakıldı. Hastaların hiçbiri digital kullanılmıyordu. Testten 48 saat önce beta bloker ilaçlar kesildi, kalsiyum kanal blokeri, nitrat ve antiagregan tedaviye devam edildi.

**Koroner anjiyografi:** Koroner anjiyografi transfemoral yolla Judkins tekniği kullanılarak

yapıldı. Koroner arter hastalığı tanısı major epikardiyal koroner arterlerde lümen çapında %50 veya üzerinde daralma varsa konuldu. Sağ ön oblik pozisyonda sistol sonu ve diyastol sonu görüntülerde ventrikül sınırları manuel olarak çizildi, ejeksiyon fraksiyonu alan-uzunluk yöntemine göre dijital olarak hesaplandı.

**Egzersiz EKG testi:** Ex EKG testi hedeflenen maksimal kalp hızına ulaşıncaya kadar semptom sınırlı Bruce protokolü uygulanarak 12 derivasyonlu EKG monitorizasyonu altında yürüme bandı (Treadmill testi) kullanılarak yapıldı. Egzersiz öncesi, 3 dakika süren evreler sonunda ve egzersiz sonlandırıldıktan 3 dakika sonra 12 derivasyonlu EKG kayıtları alındı, kalp hızı, sistolik ve diyastolik kan basıncı ölçümleri yapıldı. Dx EKG testi kriterlerine ek sistolik kan basıncında > 20 mmHg düşme, ciddi dispne veya yorgunluk da testi sonlandırma kriteri olarak kabul edildi. Test sonuçları koroner anjiyografi sonuçlarından habersiz iki deneyimli kişi tarafından okundu. J noktasından 80 msn sonra > 1 mm horizontal veya down sloping ST segment çökmesi pozitif test sonucu olarak yorumlandı.

**Dobutamin EKG testi:** Dobutamin infüzyonu 5 ug/kg/dk ile başlayıp alınan kalp hızı ve kan basıncı yanıtı ile hastanın toleransına göre 3-5 dk.'lık aralarla 10'ar ug arttırılarak yapıldı. Ortalama 39 ug/kg/dk maksimal doza çıkıldı. Test öncesi, her doz sonunda ve infüzyon sonlandırıldıktan 3 dakika sonra 12 derivasyonlu EKG kayıtları, kalp hızı, sistolik ve diyastolik kan basıncı ölçümleri yapıldı. Sistolik kan basıncının 220 mmHg'ya yükselmesi, ciddi angina, ciddi dispne, kompleks ventriküler aritmi, ST segmentinde 2 mm horizontal veya down sloping tipte çökme gelişmesi testi sonlandırma kriteri olarak kabul edildi. Test sonuçları koroner anjiyografi sonuçlarından habersiz iki deneyimli kişi tarafından okundu. J noktasından itibaren 80 msn sonra > 1 mm horizontal veya down sloping ST segment çökmesi pozitif test sonucu olarak yorumlandı.

**İstatistiksel analiz:** Grupların sürekli sayısal değerlerinin karşılaştırılmalarında varyans analizi, oranların karşılaştırılmalarında ise ki-kare testi kullanıldı. Test duyarlılığı, test özgüllüğü, (+) test ve (-) test prediktif değeri ve test doğruluğu klasik formüllerle hesaplandı (12).

**Tablo 1.** Ex EKG ve Dx EKG testi sırasında maksimal kalp hızı (atn/dk) ve maksimal kan basıncı yanıtları (mmHg)

	Egzersiz EKG testi			Dobutamin EKG testi		
	Kontrol	Tek damar	Çok damar	Kontrol	Tek damar	Çok damar
Maksimal kalp hızı	156±20	152±20	142±15	132±19*	127±23*	124±16*
Maksimal kan basıncı						
sistolik	179±13	174±12	164±18	165±17*	162±21*	142±12*
diyastolik	94±14	93±16	88±20	82±14	80±24	72±15*

\*: p<0.05 ( Dx EKG ve Ex EKG değerleri karşılaştırıldı).

**Tablo 2.** Dobutamin EKG testindeki doza bağımlı kan basıncı yanıtları (mmHg)

	Dobutamin dozları (ug/kg/dk)							
	Bazal	5	10	20	30	40	50	Rahatlama
	144/83	143/83	149/82	156/81	159/81	150/81	150/77	145/80

### Bulgular

Koroner anjiyografi uygulanan 45 olgunun 13'ünde tek damar, 21 Tnde ise çok damar lezyonu vardı ve 11 olgu normal koroner arterlere sahipti. Kontrol grubunda ortalama EF: %61±4, hasta grubunda %54±6 bulundu. Tek damar lezyonlu grupta EF: %55±7 ve çok damar lezyonlu grupta %53±8 idi. Tablo 1'de her iki test sırasında hastalarda izlenen maksimal kalp hızı ve kan basıncı yanıtları görülmektedir. Dx EKG grubunda kalp atım sayısı Ex EKG grubuna nazaran belirgin biçimde daha düşük bulundu. Ex EKG ve Dx EKG testi esnasındaki maksimal sistolik kan basıncı değerleri karşılaştırıldığında kontrol, tek ve çok damar hasta grubundaki maksimal sistolik kan basıncı değerleri Ex EKG grubunda daha fazla idi (p<0.05). Maksimal diyastolik kan basıncı ise çok damar hasta grubunda Dx EKG grubunda Ex EKG grubuna kıyasla daha düşük saptandı (p<0.05). Dobutamin infüzyonu sırasında giderek artan dozlar sırasında ve infüzyon sonlandırıldıktan sonra elde edilen kan basıncı yanıtları ise Tablo 2'de sunulmuştur. İnfüzyon dozunun artışına paralel olarak kan basıncında da yükselme saptanmakla birlikte istatistiksel anlamlılık taşımamakta idi.

**Tablo 3.** Dobutamin infüzyonu sırasında görülen yan etkiler

	Kontrol	Tek damar	Çok damar
Atriyal veya ventriküler erken vuru	3	1	3
Hipotansiyon	-	1	0
Hipertansiyon	-	-	2
Nodal ritim	-	-	1
Angina	2	-	9

**Tablo 4.** Test sonuçları

	Kontrol	Tek damar	Çok damar
Toplam(n=)	11	13	21
Ex EKG testi	7(+) 4(-)	10(+) 3(-)	19(+) 2(-)
Dx EKG testi	3(+) 8(-)	7(+) 6(-)	15(+)6(-)

Yalnızca 30 (.tg/kg/dk.lık doz sırasında elde edilen ortalama kan basıncı başlangıç değerlerine göre an-

**Tablo 5.** Ex EKG testi ve Dx EKG testi sonuçlarının karşılaştırılması

	Ex EKG testi %	Dx EKG testi %
Duyarlılık	85	64
Özgüllük	36	72
(+) prediktif değer	80	88
(-) prediktif değer	44	40
Test doğruluğu	73	66

lamalı bir farklılık göstermiş, ancak daha sonra kan basıncı düşerek bazal düzeylere inmiştir. Yine bu grupta koroner arter hastalığı bulunanlarla normal koroner arterlere sahip olanlar arasında da kan basıncı yanıtı açısından farklılık saptanmamıştır ( $p>0.05$ ).

Angina normal grupta 2, çok damar hastalığı olan grupta 9 olguda gözlemlendi. Dobutamin infüzyonu sırasında normal grupta ve tek damar hastalarında önemli bir yan etki gelişmedi (Tablo 3). Yan etkiler daha sıklıkla çok damar hasta grubunda gözlemlendi. Atriyal veya ventriküler erken vurular normal grupta 3, tek damar hastalarında 1, çok damar hastalarında ise 3 olguda gelişti. Hipotansiyon tek damar grubunda 1, çok damar grubunda 2; hipertansiyon ise çok damar grubunda 2 hastada tespit edildi, 1 hastada bu nedenle test sonlandırıldı. Nodal ritm çok damar hasta grubunda 1 olguda görüldü. Tablo 4'de Ex EKG testi ile Dx EKG testlerinin hasta gruplarına göre ayrı ayrı sonuçları sunulmaktadır. Sonuçlar incelendiğinde koroner arter hastalığı (KAH) tanısı koymada Dx EKG testinin duyarlılığı %64, özgüllüğü %72, (+) prediktif değeri %88, (-) prediktif değeri %40 ve test doğruluğu %66 bulundu. Ex EKG testinde ise bu oranlar sırasıyla %85, %36, %80, %44 ve %73 idi (Tablo 5).

### Tartışma

KAH'na bağlı morbidite ve mortalite tüm hastalık gruplarına bağlı morbidite ve mortalite nedenleri arasında ilk sırada yer almaktadır (13). Bu nedenle KAH tanısı ve tedavisi büyük önem taşımaktadır. Egzersiz EKG testi KAH tanısında en sık kullanılan noninvaziv testtir. Fakat bazı hastalar değişik nedenlerden dolayı fiziksel egzersiz yapamamaktadırlar. Bu nedenden dolayı egzersiz testine

alternatif farmakolojik stres testleri geliştirilmiştir (2,3). Dobutamin, adenozin, dipiridamol bu amaçla kullanılan başlıca ajanlardır (10). Dobutamin ilk kez Berthe ve ark. tarafından akut miyokard infarktüsü sonrası çok damar koroner arter hastalığını belirlemede stres ekokardiyografi testi olarak kullanılmıştır (11). Dobutamin EKG testi ise ilk kez Coma-Canella ile Mannering ve ark. tarafından yapılan çalışmalarda miyokard infarktüsü sonrası çok damar koroner arter hastalığı tanısında kullanılmış ve duyarlılığının yüksek olduğu belirtilmiştir (12,13). Dobutamin ile 2 boyutlu ekokardiyografi veya Talyum sintigrafisi kombine edildiğinde KAH tanısında daha yüksek duyarlılık oranı sağlanmaktadır (14,15). Coma-Canella Dx EKG testinin anginalı hastalarda miyokard iskemisini açığa çıkartan basit, düşük riskli ve kullanışlı bir test olduğunu ileri sürmüştür (16). KAH tanısında Dx EKG testinin duyarlılık ve özgüllüğü değişik çalışmalarda farklı oranlarda verilmektedir. Coma-Canella, testin koroner lezyon varlığını ortaya koymadaki duyarlılığını %95, özgüllüğünü %78 olarak belirtmiştir (18). Ancak bu kadar yüksek duyarlılık çalışma grubunun çoğunun kararsız veya uzun süreli anginası olan hastalardan oluşmasıyla açıklanmaktadır. Mairesse ve ark. ise pozitif test için ST segmentinin J noktasından 80 msı sonra 1 mm horizontal veya down sloping tipte çökmesini kabul ettiklerinde Dx EKG testinin duyarlılığını %18, özgüllüğünü %93 olarak belirtmişlerdir (1). Bu araştırmacılar çalışma gruplarına daha önceden miyokard infarktüsü geçirmiş veya kararsız anginalı, KAH olma ihtimali yüksek hastaları almadıkları ve infüzyon sırasında oluşan yan etkiler nedeniyle hastaların %25'inde maksimal doza ulaşmadan testi sonlandırdıkları için duyarlılığın beklenenden düşük çıktığını ifade etmişlerdir. Bizim çalışma grubumuzda testin sonlandırılması gerektirecek ölçüde yan etki yalnızca bir hastada ortaya çıkmıştır. Bu da çok yüksek hipertansiyon biçiminde olmuştur.

Dobutamin infüzyonu sırasında egzersiz testinde elde edilen kalp atım hızlarına ulaşılabilmesi bu testin en önemli eksikliği gibi görünmektedir. Bizim çalışma grubumuzda da egzersiz testi ile dobutamin testi sırasında elde edilen maksimum kalp hızları arasında belirgin farklılık ortaya çıkmıştır. Her ne kadar miyokard iskemisi yaratan asıl etkenin dobutaminin pozitif inotropik etkisi olduğu

bildirilmekte ise de rutin olarak kullanılmamasına rağmen test sırasında ek olarak atropin uygulanmasının da kalp atım hızını arttırdığı ve miyokard iskemisini şiddetlendirerek testin duyarlılığını yükselttiği bildirilmektedir (17). Biz kendi olgularımıza atropin yapmadık.

Bizim çalışmamızda Dx EKG testinin KAH tanısı koymadaki duyarlılığı %64, özgüllüğü %72, (+) prediktif değer %88, (-) prediktif değer %40, test doğruluğu ise %66 olarak bulunmuştur. Yani testin duyarlılığı egzersiz testine göre biraz daha düşük kalmakla birlikte özgüllüğü belirgin derecede yüksektir. Alt grup analizi yapılarak tek damar hastaları ile çok damar hastaları karşılaştırıldığında ise her iki testin de duyarlılığı çok damar hastalığında yükselmektedir. Buna göre tek damar hastalarında Ex EKG testinin duyarlılığı %76, Dx EKG testinin duyarlılığı %53, çok damar hastalarında ise Ex EKG testinin duyarlılığı %90, Dx EKG testinin duyarlılığı %71 olarak ortaya çıkmaktadır. Test doğruluk oranları ise tek damar hastalığında Ex EKG testi için %58, Dx EKG testi için %62, çok damar hastalarında da birbirine eşit olup %71 olarak ortaya çıkmaktadır. Normal koroner anjiyografisi olan grupta Ex EKG testinin özgüllüğü olgu sayısının az olması nedeni ile beklenenden daha düşük bulunmuştur.

Sonuç olarak; Dx EKG testinin koroner arter hastalığı tanısını koymada basit, güvenli, yan etkisi az ve kolay uygulanabilen bir test olduğu, Ex EKG testi ile kıyaslandığında KAH tanısı koymadaki duyarlılığının daha düşük ancak özgüllüğünün daha yüksek olduğu, özellikle fizik engeller veya ileri yaş nedeniyle yeterli egzersiz yapamayan hastalarda koroner arter hastalığı tanısında alternatif bir tanı aracı olarak kullanılabilceği kanısına varıldı.

#### KAYNAKLAR

- Mairssc GH, Marwick TN, Vanoverschelde JJ, Baudhuin T, Wijns W, Melin JA, Detry JMR. How accurate is dobutamine stress electrocardiography for detection of coronary artery disease? Comparison with two-dimensional echocardiography and technetium-99m methoxyl isobutyl isonitrile (Mibi) perfusion scintigraphy. *J Am Coll Cardiol* 1994; 24:920-7.
- Marwick TH. Current status of non-invasive techniques for the diagnosis of myocardial ischemia. *Acta Clin Belg* 1992; 47:1-5.
- Picano E. Stress echocardiography. From pathophysiological toy to diagnostic tool. *Circulation* 1992; 85:1604-12.
- Mertens H, Sawada SG, Ryan T, et al. Symptoms, adverse effects, and complications associated with dobutamine stress echocardiography. Experience in 1118 patients. *Circulation* 1993; 88:15-9.
- Marwick TIE D'Hondt A M, Baudhuin T, et al. Optima! use of dobutamine stress for the detection and evaluation of coronary artery disease: combination with echocardiography or scintigraphy, or both? *J Am Coll Cardiol* 1993; 22:1 59-67.
- Chatterjee K, De Marco T. Central and peripheral adrenergic receptor agonists in heart failure. *Eur Heart J* 1989; 10 (Suppl B):55-63.
- Robie NW, Nutter DO, Moody CI, McNay JL. In vivo analysis of adrenergic receptor activity of dobutamine. *Circ Res* 1974; 34:663-71.
- Meyer SE, Curry GC, Donsky MS. et al. Influence of dobutamine on hemodynamics and coronary blood flow in patients with and without coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1976; 38:103-8.
- Kupper W, Waller D, Bleifield W. Hemodynamic and cardiac metabolic effects of inotropic stimulation with dobutamine in patients with coronary artery disease. *Eur Heart J* 1982;3:29-34.
- McGuinness ME, Talbert RL. Pharmacologic stress testing: experience with dipyridamole, adenosine, and dobutamine. *Am J Hosp Pharm* 1994; 51 (3):328-46.
- Berthe J, Pierard LA, FfircnauxM, et al. Predicting the extent and location of coronary artery disease in acute myocardial infarction by echocardiography during dobutamine infusion. *Am J Cardiol* 1986; 58:1167-72.
- Coma-Canella I. Sensitivity and specificity of dobutamine electrocardiography test to detect multivessel disease after myocardial infarction. *Eur Heart J* 1990; 11:249-57.
- Mannering D, Cripps T, Leech G, et al. The dobutamine stress test as an alternative to exercise testing after acute myocardial infarction. *Br Heart J* 1988; 59:521-6.
- Mason Jr, Palac RT, Freeman ML, et al. Thallium scintigraphy during dobutamine infusion: non-exercise dependent screening test for coronary disease. *Am Heart J* 1984; 107:481-5.
- Sawada SG, Segar DS, Brown SE. et al. Dobutamine stress echocardiography for evaluation of coronary disease (abstr.). *Circulation* 1989; 80 (Suppl II):66.
- Coma-Canella I. Dobutamine stress test to diagnose the presence and severity of coronary artery lesions in angina. *Eur Heart J* 1991; 12:1198-1204.
- McNeill AJ, Fioretti PM, El-Said EM, Salustri A, de Feyter PJ, Roelandt JR. Dobutamine stress echocardiography before and after coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1992; 69:740-5.