

Koroner Arter Hastalarında Miyokard Performans İndeksinin Sol Ventrikül Fonksiyonlarını Değerlendirmede Önemi

Sinan DAĞDELEN, *Nevnihal EREN, *Hasan KARABULUT, *İlyas AKDEMİR, Mehmet ERGELEN, Murat AKÇAY, Murat YÜCE, *Cem ALHAN, *Nuri ÇAĞLAR
Koşuyolu Kalp ve Araştırma Hastanesi *Acıbadem Hastanesi

ÖZET

Miyokard performans indeksi (MPI) hem sistolik, hem de diyastolik kalp fonksiyonlarını yansıtan, invaziv ölçümlerle iyi korelasyon gösteren, uygulanması kolay bir parametre olarak kullanım alanına girmiştir. Çalışmamızın amacı, MPI'nin ciddi koroner hastalarında sol ventrikül fonksiyonlarını değerlendirmedeki önemini incelemektir. Çalışmamıza koroner anjiyografi ve ekokardiyografi uygulanan 82 vaka alındı; koroner darlık olmayan Grup A (n=37, 17 K ve 20 E, yaş ort 54±11) ve >70 koroner darlık olan fakat miyokard infarktüsü geçirmemiş olan Grup B(n=45, 18 K ve 27 E, yaş ort 57±10). Ekokardiyografi ile izovolumetrik relaksasyon zamanı(IVRT), izovolumetrik kontraksiyon zamanı(IVCT), ejeksiyon zamanı(ET), mitral erken ve geç akım velosite integralleri oranı(E/Avti), E deselerasyon zamanı(EDT), MPI [(IVRT+IVCT)/ET], sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (EF) ve fraksiyonel kısalma(FS) ölçüldü. Kardiyak kateterizasyonda +Dp/Dt [(diyastolik arteryel kan basıncı-sol ventrikül diyastol sonu basıncı)/IVCT] ölçüldü.

Bulgular: Grup A ve B arasında IVRT, EDT,E/Avti ve MPI anlamlı olarak farklı bulundu (sırasıyla 95,9±14,7 ve 113,4±14,3 ms, p<0,001; 164,5±44,8 ve 186,2±33,6 ms, p<0,05; 1,51±0,45 ve 1,24±0,80, p<0,05; 0,45±0,08 ve 0,53±0,07, p<0,001), fakat IVCT, ET, EF, FS ve +Dp/Dt arasında anlamlı fark bulunmadı. Her iki grupta kalp hızı, sistolik ve diyastolik arteryel tansiyon arasında anlamlı fark yoktu.

Sonuç: Bu bulgular, normal sistolik fonksiyonlu koroner arter hastalarında MPI nin, sol ventrikül disfonksiyonunun tespitinde yararlı ve erken bir belirleyici olarak önermektedir.

Anahtar kelimeler: Miyokardiyal performans indeksi, koroner arter hastalığı

Son yıllarda yapılan çalışmalar kalp yetersizliğinin sadece sol ventrikül sistolik fonksiyonlarına değil aynı zamanda sol ventrikül diyastolik fonksiyon bozukluğuna da bağlı olduğunu göstermiştir (1-3). Koroner arter hastalığı, uzun dönemde oluşturduğu kronik iskemi ile sol ventrikülde diyastolik ve/veya sis-

tolik disfonksiyona neden olmaktadır (4-7). Miyokardiyal iskemi sistolik disfonksiyona neden olmadan, diyastolik fonksiyonlarda bozulmaya neden olarak, hastada klinik ve hemodinamik olarak sol kalp yetersizliğine neden olmaktadır (8). İki boyutlu ekokardiyografi ile sol ventrikül sistolik fonksiyonları ve Doppler ekokardiyografi ile sol ventrikül diyastolik fonksiyonları hakkında noninvaziv olarak çok önemli bilgiler elde edilmektedir. Geleneksel bir yaklaşım ile sol ventrikül diyastolik fonksiyonları mitral kapak üzerinden alınan akım velositesi ile tanınagelmıştır. Bununla beraber bu ölçümler ön ve ard yüke, yaşa, Doppler "sample" volümün lokalizasyonuna, ritm ve kalp hızına önemli derecede bağımlıdır (4,5,8,9).

Sistolik ve diyastolik fonksiyon bozuklukları genellikle birlikte görülmelerine rağmen, sistolik ve diyastolik ölçümleri birleştiren çok az Doppler ekokardiyografik değişken vardır. Son zamanlarda sistolik ve diyastolik performansı birleştiren yeni bir Doppler ekokardiyografik indeks üzerinde durulmuştur (10,11). Bu indeks ilk defa Tei ve arkadaşları tarafından kullanılmış ve sistolik ve diyastolik sol ventrikül fonksiyonları noninvaziv olarak tahmin edilmeye çalışılmıştır. Miyokardiyal performans indeksi (MPI), izovolumetrik relaksasyon zamanı (IVRT) ve izovolumetrik kontraksiyon zamanı (IVCT) toplamının ejeksiyon zamanına (ET) oranı olarak tanımlanmıştır (10). Daha sonra Moller ve arkadaşları, normal sağlıklı kişilerde MPI'ni 0,34±0,04 olarak tespit etmiş ve infarktüs geçirmiş ve sol ventrikül disfonksiyonu gelişmiş olan hastalarda normallere göre daha yüksek olduğunu göstermişlerdir (12). Önceki çalışmalarda MPI'yi tekrarlanabilir ve kolay ölçülebilir bulunmakla birlikte, invaziv ölçümlerde hem sistolik (+Dp/Dt), hem de diyastolik (-Dp/Dt ve Tau) parametrelerle aralarında önemli korelasyon tespit edilmiş, ayrıca kalp hızı ve sol ventrikül geometrisinden

Alındığı tarih: 24 Mart, revizyon 8 Ağustos 2000
Yazışma adresi: Dr. Sinan Dağdelen, Koşuyolu Kalp Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kardiyoloji Kliniği, Kadıköy - İstanbul
Tlf: (0 216) 326 6969 E-mail: sinandagdelen@hotmail.com

bağımsız olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle MPİ'nin, gerek sistolik ve gerekse diyastolik sol ventrikül fonksiyonlarına işaret eden bir parametre olarak kullanılabileceği değişik çalışmalarda gösterilmiştir (10-13).

Sol ventrikül fonksiyonları değerlendirilirken sistolik disfonksiyonu olmayan hastalarda MPİ'nin tanısal değerini inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bilgilerden hareketle çalışmamız koroner arter hastalığı olan hastalarda, sistolik disfonksiyon gelişmeden önce diyastolik fonksiyon bozukluğu aşamasında, yeni Doppler teknikleri kullanarak hem sistolik hem de diyastolik performans hakkında bilgi edinmeyi amaçlamıştır.

MATERYAL ve METOD

Çalışma grubu hastaları, koroner anjiyografileri yapılan, daha önce miyokard infarktüsü ve hipertansiyon öyküsü olmayan, sol ventrikülografisinde segmenter duvar hareket bozukluğu olmayan, organik veya fonksiyonel kapak hastalığı bulunmayan hastalar arasından seçilmiştir. Çalışma vakalarımız iki grup altında incelenmiştir: Grup A, koroner anjiyogramında anlamlı koroner darlık olmayan (<%40 koroner darlık) 37 vaka (17 K, 20 E, yaş ortalaması 55±11 yıl); Grup B, koroner anjiyogramında kritik koroner darlık olan (>%70 koroner darlık) 45 vaka (18 K, 27 E, yaş ortalaması 57±10 yıl) olmak üzere toplam 82 vakadan oluşmaktadır.

Hastalara Siemens Coroscop Monoplane anjiyografi cihazı ile koroner anjiyografi yapıldı. Koroner arterler sağ-sol ön oblik, sol kranial ve horizontal pozisyonlarda değerlendirildi. Koroner darlık derecesinin >%70 olması kritik koroner darlık ve <%40 olması anlamlı olmayan koroner darlık olarak kabul edildi. Sol ventrikülografi için sağ ön oblik pozisyon kullanıldı. Kardiyak kateterizasyonda +Dp/Dt [(diyastolik arteriyel kan basıncı-sol ventrikül diyastol sonu basıncı)/IVCT] ölçüldü.

Ekokardiyografik İnceleme: Aloka SSD 2200 ekokardiyografik görüntüleme sistemi ile iki-boyutlu ve M-Mod ekokardiyografik parametreler elde edildi. Sol ventrikül ve kapak fonksiyonları değerlendirilirken parasternal uzun ve kısa eksen, apikal dört boşluk ve apikal iki boşluk görüntüleri kullanıldı. "Pulsed" ve devamlı akım Doppler ultrasonik inceleme, 2,5 MHz'lik bir transdüser ile yapıldı. Elektrokardiyogram eşliğinde Doppler ekokardiyografi ile yapılan incelemede, aortik sistolik akımın sonlanmasından erken mitral diyastolik akımın başlangıcına kadar geçen süre izovolumetrik relaksasyon zamanı (IVRT); aort kapağının kapanın hemen altından kaydedilen sistolik akımın başlangıcından sonlanmasına kadar geçen süre ejeksiyon zamanı (ET); erken mitral diyastolik akımın peak seviyesinden sonlanmasına kadar geçen süre E deselerasyon zamanı (EDT) olarak ölçüldü. Mitral diyastolik akımın sonlanmasından diğer mitral akımın başlangıcına kadar geçen süre 'toplam sistolik zaman intervali' olarak alındı; bu sü-

reden ET ve İVRT çıkartılarak izovolumetrik kontraksiyon zamanı [IVCT= Toplam sistolik zaman intervali-(ET+İVRT)] hesaplandı. Mitral erken ve geç akım velosite integralleri oranı(E/Av₁), Teichholz yöntemi ile sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (EF) ve fraksiyonel kısalma(FS) ölçüldü (14). Miyokard performans indeksi, MPİ=(IVRT+IVCT)/ET formülü ile hesaplandı (15).

İstatistiksel analiz: Bütün veriler ortalama±standart sapma olarak ifade edildi. Gruplar arasındaki parametrelerin karşılaştırılmasında eşleştirilmemiş T-testi, oranların kıyaslanmasında ise ki-kare testi kullanıldı. Grup içerisindeki veriler arasındaki uyum için lineer korelasyon testi kullanıldı.

BULGULAR

Grup A ve B hastaları arasında yaş (sırasıyla 55±11 ve 57±10 yıl), cinsiyet (sırasıyla 17 K, 20 E ve 18 K, 28 E), sistolik ve diyastolik kan basınçları (sırasıyla 123±15, 73±16 ve 123±13, 71±15 mmHg) ve kalp hızları (sırasıyla 73±12 ve 77±13 /dk) bakımından anlamlı farklılık yoktu (hepsi için p>0,05).

Grup A ve B karşılaştırıldığında: IVCT, ET, EF, FS ve +Dp/Dt değerleri arasında anlamlı fark bulunmadı (sırasıyla IVCT: 41,7±10,0 ve 45,5±8,9 ms; ET: 311±47,4 ve 303±29,9 ms; EF: %64,7±8,6 ve 63,9±6,9; FS: 35,8±6,2 ve 35,1±5,1; +Dp/Dt: 1477±423 ve 1254±409 mmHg/sn, hepsi için p>0,05).

Grup A ve B karşılaştırıldığında: IVRT (sırasıyla 95,9±14,7 ve 113,4±14,3 ms, p<0,001) ve EDT (sırasıyla 164,5±44,8 ve 186,2±33,6 ms, p<0,05) B grubunda daha uzundu. Her iki grup karşılaştırıldığında; E/Av₁ (A ve B grubu için sırasıyla 1,51±0,45 ve 1,24±0,80, p<0,05) A grubunda daha yüksek; MPİ (A ve B grubu için sırasıyla 0,45±0,08 ve 0,53±0,07, p<0,001) ise A grubunda daha düşük bulundu (Tablo-1).

Her iki grupta MPİ ile +Dp/Dt arasındaki korelasyon araştırıldı. Grup-A için r=-0.78 ve Grup-B için r=-0.82 olarak anlamlı korelasyon tespit edildi.

TARTIŞMA

Miyokardiyal performans indeksi: Miyokardiyal performans indeksi hem sol ventrikül sistolik kontraksiyon ve hem de diyastolik gevşeme periyodlarını içeresine almaktadır (15). İnvaziv ölçümlerle yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda MPİ ile +Dp/Dt ve -

Tablo 1. A ve B gruplarına ait klinik ve ekokardiyografik veriler

	Grup A	Grup B	p
n	37	45	
Kadın (n)	17	18	NS
Yaş (yıl)	55±11	57±10	NS
TAs (mmHg)	123±15	123±13	NS
TAd (mmHg)	73±16	71±15	NS
HR (/dk)	73±12	77±13	NS
İVCT (msn)	41,7±10,0	45,5±8,9	NS
ET (msn)	311±47,4	303±29,9	NS
EF (%)	64,7±8,6	63,9±6,9	NS
FS (%)	35,8±6,2	35,1±5,1	NS
+Dp/Dt(mmHg/sn)	1477±423	1254±409	NS
İVRT(msn)	95,9±14,7	113,4±14,3	<0,001
EDT (msn)	164,5±44,8	186,2±33,6	<0,05
E/A vti	1,51±0,45	1,24±0,80	<0,05
MPİ	0,45±0,08	0,53±0,07	<0,001

TAs ve TAd: Sistolik ve diyastolik kan basıncı, HR: Kalp hızı, İVCT ve İVRT: İzovolumetrik kontraksiyon ve relaksasyon zamanı, ET: Ejeksiyon zamanı, EF: Ejeksiyon fraksiyonu, FS: Fraksiyonel kısalma, EDT: Transmitral erken akım deselerasyon zamanı, E/A vti: Transmitral erken ve geç akım integralleri oranı, MPİ: miyokardiyal performans indeksi.

Dp/Dt arasında yüksek korelasyonlar tespit edilmiş ve miyokardiyal sistolik ve diyastolik disfonksiyon durumunda izovolumetrik zaman intervallerinde uzama ve ejeksiyon zamanında kısalma meydana geldiği gösterilmiştir (10,13,16,17). Lax ve arkadaşları, koroner arter hastalığı olan ve olmayan vakalarda MPİ ile ejeksiyon fraksiyonu arasında anlamlı bir "y" koreksiyonu tespit etmiş ve özellikle ekojenitesi iyi olmayan hastalarda MPİ'den yararlanılabileceğini göstermişlerdir (18). Miyokard performans indeksinin ön ve ard yük, sample volumün yeri, yaş ve ritmden önemli derecede etkilenmeyişi ve sol ventrikülün gerek sistolik ve gerekse diyastolik fonksiyonlarına işaret etmesi ve ayrıca ölçümün kolaylığı önemini artırmaktadır (9,19-21).

Daha önce yapılmış bazı çalışmalarda sistolik ve diyastolik fonksiyon bozukluklarında MPİ'nin uzadığı gösterilmiştir (10-13). Fakat Kang ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada hipertansif olan ve olmayan vakaları karşılaştırdıklarında (22), her iki grup arasında sistolik fonksiyon parametreleri bakımından anlamlı farklılık olmadığı halde, hipertansif grubun diyastolik fonksiyon parametrelerinde anlamlı bozulma tespit etmişlerdir. Bununla beraber hipertansif olanlar-

da olmayanlara göre MPİ daha yüksek bulunmuştur. Çalışmanın devamında hipertansif grup NYHA-I ve II olanlar olmak üzere iki alt gruba ayrılmış ve ikinci grupta MPİ daha yüksek bulunmuştur. Burada daha ilginç olan NYHA-I ve II olan hipertansif hastaların kardiyak atım volüm indeksleri, ejeksiyon fraksiyonları, kardiyak indeksleri, mitral erken ve geç akım oranları ve transmitral erken akım deselerasyon zamanları arasında anlamlı farklılık olmayışıdır. Kısacası, NYHA-II grubunda klinik sonucu anlamlı Doppler bulguları, sadece bu gruptaki izovolumetrik zaman intervallerindeki uzama, ejeksiyon zamanındaki uzama ve MPİ'deki yükselme ile uyumlu bulunmuştur. Bu bilgilerden hareketle elde edilen klinik, Doppler ve hemodinamik sonuçlar çalışmamızın sonuçlarını değerlendirmek bakımından oldukça önemlidir. Çalışmamızda koroner arter hastalığı olan ve olmayan hastaları karşılaştırırken, vakaların daha önceden miyokard infarktüsü geçirmemiş ve sol ventrikül segmenter sistolik fonksiyon bozukluğu olmayan vakalar arasından seçilmesinin nedeni, yapılacak olan Doppler ve izovolumetrik zaman intervallerinin, sol ventrikül disfonksiyonunu önceden tahmin etmedeki hassasiyetini artırmaktır. Zaten yukarıda izah edildiği gibi sol ventrikül sistolik fonksiyon bozukluğu olan hastalarda izovolumetrik zaman intervallerindeki bozulma iyi bilinmektedir. Oysa amacımız sistolik fonksiyonlarda belirgin bozulma olmaksızın semptomatik olan ciddi koroner arter hastası grubunda bunu yakalayabilmektir. Her iki grupta karşılaştırılan sistolik fonksiyonlar benzer oranlarda bulunmuş ve elde edilen konvansiyonel ekokardiyografik ölçümlerin veya invaziv yöntemlerle belirlenen +Dp/Dt nin, her iki grubun kardiyak sistolik fonksiyonlarını ayırt etmede yeteri kadar yardımcı olmadığı görülmüştür. Miyokardiyal iskeminin sol ventrikül diyastolik fonksiyonlarında yaptığı bozulma ile ilişkili olarak koroner arter hastalığı olan grupta, diyastolik Doppler parametrelerindeki bozulmanın daha fazla olması zaten beklenen bir sonuçtu (8). Fakat bu durum sol ventrikül sistolik fonksiyonlarında iskeminin etkisini anlayabilmek için yeterli değildi. Bununla beraber koroner arter hastası olan grupta ölçülen MPİ'nin anlamlı olarak yüksek bulunması, sol ventrikül sistolik fonksiyonlarındaki bozulmanın erken bir habercisi olarak kabul edilmiştir (22). Nitekim çalışmamızın devamında her iki grupta MPİ ile invaziv incelemede elde edilen

+Dp/Dt arasında anlamlı korelasyon tespit edilmiştir. Bu korelasyon daha önceki çalışmalarda da gösterildiği gibi koroner arter hastalarında, hem sistolik ve hem de diyastolik fonksiyonlar için önemli bir bağlantı kurulmasına yardımcı olmaktadır. Bu bağlantıyı inceleyen çalışmaların hepsinde sol ventrikül fonksiyonlarındaki bozulmanın en önemli erken habercilerinden birisi MPI'deki uzamadır (10,13,22). Biz de ciddi koroner arter hastalığı olan grupta MPI'nin daha uzun olduğunu gördük.

Koroner arter hastalığı akut ve kronik iskemi döneminde sol ventrikülün hem sistolik ve hem de diyastolik fonksiyonlarını bozmakta, sistolik zaman intervallerinden olan preejeksiyon periyodu uzarken, total ejeksiyon zamanı kısalmaktadır. Bu konuda bu güne kadar yapılmış çalışmaların büyük bir bölümü koroner arter hastalarındaki sistolik ve diyastolik fonksiyon bozukluklarını önceden tahmin etmeye ve klinik bulgularını düzeltmeye yönelik olmuştur (8,19,20,23,24). Tei ve arkadaşları, koroner arter hastalarında yaptıkları Doppler incelemelerinde MPI'nin uzadığını göstermiş ve bunun önemi üzerinde durmuşlardır (13). Fakat bu grubun çalışma vakaları sol ventrikül sistolik disfonksiyonu olan veya dilate kardiyomiyopati oluşmuş hastalardan oluşmaktadır. Dolayısı ile elde edilen MPI verileri sol ventrikül fonksiyon bozukluğuna işaret etmektedir, ancak bu hastalarda belirgin sol ventrikül fonksiyon bozukluğu oluşmadan önceki dönemde, sol ventrikül fonksiyonlarının tahmininde MPI'nin erken prediktör olup olmadığı konusunda kesin bir bilgi vermemektedir. Zaten Tei ve arkadaşlarının, yaptıkları çalışmada amacına uygun olarak MPI ile sol ventrikül sistolik ve diyastolik fonksiyonları arasında önemli bir korelasyon olduğunu göstermesi de oldukça önemli bir katkı sağlamaktadır. Biz de çalışmamızda bu konuyu aralayarak MPI'nin prediktif değerinin olduğunu göstermeye çalıştık ve gruplar arsında MPI'nin anlamlı farklılık gösterdiğini tespit ettik.

Kanaatimizce sol ventrikül sistolik ve diyastolik fonksiyonları arasındaki ilişki daha yakın olmalıdır. Ekokardiyografik olarak M-mod ve iki boyutlu inceleme sistolik fonksiyonlar hakkında anlamlı bilgi verirken, Doppler incelemeleri daha çok diyastolik fonksiyonlar üzerinde yoğunlaşmaktadır. Aynı şekilde invaziv incelemelerde sistolik ve/veya diyastolik tanı kriterleri yakın bir beraberlik göstermemektedir.

Ancak her iki fonksiyon bozukluğunun zaman zaman iç içe girmesi ve birbirinin tanınmasını zorlaştırmaları, bu iki fonksiyonun daha iyi tanınması gerektiğini ve birbirlerinden bu kadar uzak antiteler olmadığını açıkça göstermektedir. Bu nedenle MPI'nin, İVRT ve İVCT ile doğru, ET ile ters orantılı olmak üzere hem diyastolik ve hem de sistolik fonksiyonlardan etkilenmesi önemini artırmaktadır. Elbetteki MPI tanı ve yaklaşım bakımından elimizdeki altın standart olamamıştır. Elde edilen veriler MPI'nin daha iyi araştırılması gerektiğini ve izovolumetrik zaman intervallerinin sol ventrikül fonksiyonları bakımından oldukça önemli olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca söz konusu bulgular, hem sistolik ve hem de diyastolik fonksiyonların değerlendirilmesini sağlayacak kolay ve güvenilir parametrelerin önemini vurgulamak bakımından önemlidir.

Sonuç: Miyokard performans indeksi sol ventrikül fonksiyonlarını değerlendirmede noninvaziv, kolay uygulanabilir bir yöntemdir. Koroner arter hastalığı olan ve olmayan hastalarda MPI ile +Dp/Dt arasında önemli bir korelasyon tespit edilmiştir. Koroner arter hastalarında sol ventrikül sistolik disfonksiyonu olmayan vakalarda elde edilen MPI değeri sol ventrikül sistolik ve diyastolik fonksiyonlarını değerlendirmede önemli bir ekokardiyografik parametredir.

KAYNAKLAR

1. Xie GY, Berk MR, Smith MD, De Maria AN: Relation of Doppler transmitral flow patterns to functional status in congestive heart failure. *Am Heart J* 1996;131:766-71
2. Xie GY, Berk MR, Smith MD, Gurley JC, De Maria AN: Prognostic value of Doppler transmitral flow patterns in patients with congestive heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1994;24:132-9
3. Pinamonti B, Leonardo AD, Sinagra G, Camerini F: Restrictive left ventricular filling pattern in dilated cardiomyopathy assessed by Doppler echocardiography : clinical, echocardiographic and hemodynamic correlations and prognostic implications. *J Am Coll Cardiol* 1993;22:808-15
4. Lewis RP, Boudoulas H, Welch TG, Forester WF: Usefulness of systolic time intervals in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1976;37:787-96
5. Williamson JS, Bauman DJ, Tsagaris TJ: A comparison of hemodynamic and angiographic indices of left ventricular performance in patients with coronary artery disease. *Cardiology* 1978;63:220-36
6. Palacios I, Johnson RA, Newell JB, Powell WJ Jr: Left ventricular end-diastolic pressure volume relations-

hips with experimental acute global ischemia. *Circulation* 1976;53:428-36.

7. **Carroll JD, Hess OM, Studer NP, Hirzel HO, Kra-
yenbuehl HP:** Systolic function during exercise in pa-
tients with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol*
1983;2: 206-16.

8. **Henein MY, O Sullivan C, Davies SW, Sigwart U,
Gibson DG:** Effects of acute coronary occlusion and pre-
vious ischaemic injury on left ventricular wall motion in
humans. *Heart* 1997;77:338-45

9. **Nishimura RA, Abel MD, Hatle LK, Tajik AJ:** Rela-
tion of pulmonary vein to mitral flow velocities by transe-
sophageal Doppler echocardiography. Effect of different
loading conditions. *Circulation* 1990;81:1448-97

10. **Tei C, Ling LH, Hodge DO, et al:** New index of
combined systolic and diastolic myocardial performance: a
simple and reproducible measure cardiac function-a study
in normals and dilated cardiomyopathy. *J Cardiol*
1995;26:357-66

11. **Tei C:** New non-invasive index for combined systolic
and diastolic ventricular function. *J Cardiol* 1995;26:135-6

12. **Moller JE, Poulsen SH, Egstrup K:** Effect of preload
alterations on a new Doppler echocardiographic index of
combined systolic and diastolic performance. *J Am Soc
Echocardiography* 1999;12:1065-72

13. **Tei C, Nishimura RA, Seward JB, Tajik AJ:** Nonin-
vasive Doppler-derived myocardial performance index:
correlation with simultaneous measurements of cardiac
catheterization measurements. *J Am Soc Echocardiogr*
1997;10:169-78

14. **Teichholz LE, Kreulen T, Herman MV, et al:** Prob-
lems in echocardiographic volume determinations: Echo-
cardiographic-Angiographic correlations in the presence or
absence of asynergy. *Am J Cardiol* 1976;37:7-11

15. **Nishimura RA, Housmans PR, Hatle LK, Tajik AJ:**
Assesment of diastolic function of the heart: Background
and current applications of Doppler echocardiography.
Part I: Physiologic and pathophysiologic features. *Mayo
Clin Proc* 1989;64:71-81

16. **Tei C, Dujardin KS, Hodge DO, Kyle RA, Tajik**

AJ, Seward JB: Doppler index combining systolic and di-
astolic myocardial performance: Clinical value in cardiac
amyloidosis. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:658-64

17. **Dujardin KS, Tei C, Yeo TC, Hodge DO, Rossi A,
Seward JB:** Prognostic value of a Doppler index combi-
ning systolic and diastolic myocardial performance in idi-
opathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol*
1998;82:1071-6

18. **Lax JA, Bermann AM, Cianciulli TF, Morita LA,
Masoli O, Prezioso HA:** Estimation of the ejection frac-
tion in patients with myocardial infarction obtained from
the combined index of systolic and diastolic left ventricu-
lar function: a new method. *J Am Soc Echocardiogr*
2000;13:116-23

19. **Hurrel DG, Nishimura RA, Ilstrup DM, Appleton
CP:** Utelity of preload alteration in assesment of left ven-
tricular filling pressure by Doppler echoçardiography: a si-
multaneous catheterization and Doppler echocardiographic
study. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:459-67

20. **Stoddard MF, Pearson AC, Kern MJ, Ratcliff J,
Mrosek DG, Labovitz AJ:** Influence of alteration in pre-
load on the pattern of left ventricular diastolic filling as as-
sessed by Doppler echocardiography in humans. *Circulati-
on* 1989;79:1226-36

21. **Bornstein A, Gaash WH, Harrington J:** Assesment
of the cardiac effects of hemodialysis with systolic time
intervals and echocardiography. *Am J Cardiol*
1983;51:332-5

22. **Kang SM, Ha JW, Rim SJ, Chung N:** Index of myo-
cardial performance using Doppler-derived parameters in
the evaluation of left ventricular function in patients with
essential hypertension. *Yonsei Med J* 1998;39:446-52

23. **Downes TR, Nomeir AM, Stewart K, Mumma M,
Kerensky RA, Little WC:** Effect of alteranation in prelo-
ading conditions on both normal and abnormal patterns of
left ventricular filling in healty individuals. *Am J Cardiol*
1990;65:377-82

24. **Choong CY, Herrmann HC, Weyman AE, Fifer
MA:** Preload dependence of Doppler derived indexes of
left ventricular diastolic function in humans. *J Am Coll
Cardiol* 1987;10:800-8