

# Doku Doppler Görüntüleme ve Renkli M-mod Doppler Ekokardiyografi ile Sol Ventrikül Diyastol Sonu Basıncının Tahmini

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

## ÖZET

*Çalışmamızın amacı, doku Doppler görüntüleme ve renkli M-Mod ekokardiyografi teknikleri ile noninvaziv olarak sol ventrikül diyastol sonu basıncını (LVEDP) tahmin etmektir.*

**Materyal ve metod:** Bu amaçla çalışmaya koroner anjiyogramında anlamlı koroner darlık olmayan (<%40 koroner darlık), LVEDP <10 mmHg olan (Grup A) 24(8 K, 16 E; yaş ort 55±13 yıl), 10-15 mmHg arasında olan (Grup B) 21(4K, 17E; yaş ort 56±11 yıl) ve >15 mmHg olan (Grup C) 35 vaka (15 K, 20 E; yaş ort 58±9 yıl) alınmıştır. Hastalara Aloka SSD 2200 ekokardiyografi cihazı ile yapılan incelemede; mitral lateral anulusunun doku Doppler'i görüntülenmesi ve apikal dört boşluktan alınan mitral akım renkli M-mod görüntüleri ile erken ve geç diyastolik velositeleri (Em, Am), Em deselerasyon zamanı (EmDT), Am zamanı (Am-t), mitral propagasyon velositesi gecikme zamanı (VpDT) ölçüldü.

**Bulgular:** Grup A için EmDT≤100 msn, Am-t≤90 msn, Em/Am≥1, Vp-DT≤45 msn bulunma sensitivitesi ve spesifitesi sırasıyla; 0.57 ve 0.89, 0.66 ve 0.88, 0.64 ve 0.92, 0.73 ve 0.89 olarak tespit edildi. Grup B için EmDT'nin 100-120 msn, Am-t'nin 90-110 msn, Em/Am'nin 1-0.5, VpDT'nin 45-60 msn bulunma sensitivitesi ve spesifitesi sırasıyla; 0.57 ve 0.84, 0.60 ve 0.82, 0.51 ve 0.86, 0.55 ve 0.83 olarak tespit edildi. Grup C için EmDT >120 msn, Am-t >110 msn, Em/Am <0.5, VpDT >60 msn bulunma sensitivitesi ve spesifitesi sırasıyla; 0.92 ve 0.80, 0.71 ve 0.80, 0.86 ve 0.72, 0.78 ve 0.86 olarak tespit edildi.

**Sonuç:** Sol ventrikülün doku Doppler ve mitral akım propagasyon velositesi ile elde edilen EmDT, Am-t, Em/Am ve VpDT değerleri noninvaziv olarak LVEDP'yi tahmin etmede oldukça anlamlı bulundu.

**Anahtar kelimeler:** Doku Doppler görüntüleme, renkli M-mod, diyastolik fonksiyon

Sol ventrikül diyastolik disfonksiyonu, normal sistolik fonksiyonlu hastalarda bile kardiyak semptomların önemli bir nedeni olarak bilinmektedir (1,2). Ekokardiyografi sadece anatomik ve fonksiyonel bilgiler

Alındığı tarih: 2 Mart 2000, revizyon 11 Temmuz 2000  
Yazışma adresi: Dr. Sinan Dağdelen, Acıbadem Hastanesi, Tekin sk. No:18, Acıbadem, Kadıköy - İstanbul  
Tlf: (0 216) 326 33 36

sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda geniş veriler elde edilebilen, emniyetli ve ucuz bir görüntüleme tekniği olarak bize yardımcı olmaktadır. Son zamanlarda sol ventrikül doluşu ve pulmoner venöz akım indeksleri sol ventrikül doluş basıncı, gevşemesi (relaksasyon) ve sertliğini (stiffness) içeren farklı diyastolik fonksiyon parametrelerini değerlendirmek için kullanılmaktadır (3-6). Bu indeksler sadece diyagnostik amaçlı değil aynı zamanda prognozunu ve tedavi girişiminin etkisini değerlendirmek amacıyla da kullanılmaktadır (7-9). Bütün zorluklarına rağmen yapılan çalışmalarda, mitral ve pulmoner ven "pulsed" Doppler kayıtlarından yararlanarak, elde edilen parametrelerle bazı hemodinamik bulgular arasında anlamlı korelasyonlar saptanmış ve bu veriler gerek klinik yaklaşımlarda ve gerekse noninvaziv hemodinamik tahminlerde önemli katkılar sağlamıştır (3,10,11). Bununla beraber, Doppler akım indeksleri bazı fizyolojik değişkenlerden (kalp hızı, ard yük, ön yük, intravasküler volüm, vs) önemli derecede etkilendiğinden, hangi indeksin hangi fizyolojik değişkenden etkilenip etkilenmediğini her bir vakada tahmin etmek ve ölçmek oldukça zor ve yanıltıcı olabilmektedir (12,13). Özellikle sol ventrikül diyastol sonu basıncı(LVEDP) orta derece arttığında mitral akım velositesinden yararlanarak diyastolik fonksiyonu tahmin etmek yanıltıcı olabilir. Çünkü bu sırada sol atriyal basınç artarak LVEDP'nin üzerine çıktığında mitral akım, psödonormalizasyon paterni göstermektedir (14).

Son zamanlarda sıkça kullanılmaya başlanan "miyokard doku Doppler görüntüleme" (TDI) ve "mitral renkli M-mod Doppler"(CMM) yöntemleri, fizyolojik değişkenlerden büyük oranda daha az etkilenmektedir (15,16). Bu nedenle sol ventrikül relaksasyon bozukluğu konusunda daha duyarlı bilgiler verilmektedir (17). LVEDP bir çok sistemik ve kardiyovasküler sistem hastalıklarında artmakta ve gerek

tedavinin düzenlenmesinde ve gerekse kardiyak prognoz konusunda bize fikir vermektedir. Şu ana kadar direkt LVEDP'ni tahmin etmede bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızın amacı TDI ve CMM yöntemlerini kullanarak LVEDP'ni noninvaziv olarak tahmin etmektir.

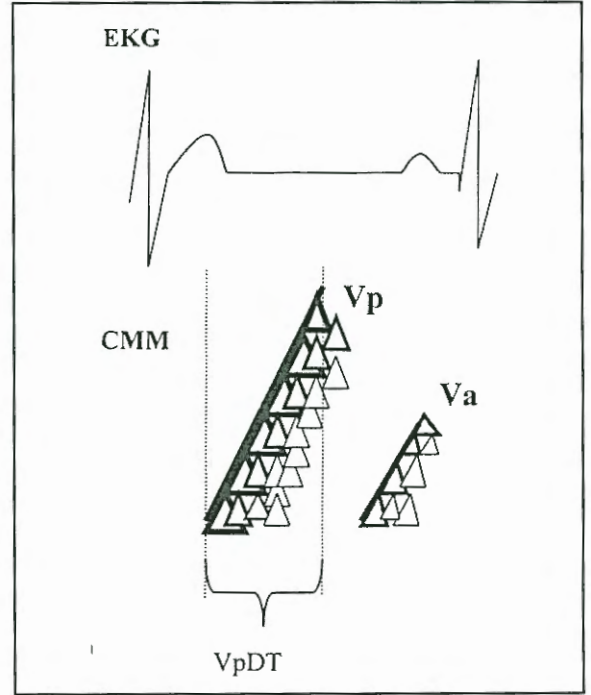
## MATERYEL ve METODLAR

**Vaka Seçimi:** Çalışma vakaları kardiyak kateterizasyon sonrası koroner arterlerinde kritik koroner darlık tespit edilmeyen (<%40 koroner darlık), organik mitral kapak hastalığı olmayan, segmenter duvar hareket bozukluğu veya geçirilmiş miyokard infarktüsü hikayesi olmayan hastalar arasından seçilmiştir. Bu kriterlere uyan toplam 80 vaka (27 kadın, 53 erkek) kateterizasyondan ilk 15 dakika içerisinde yatak başı standart ekokardiyografi yapıldı. Çalışma vakaları, LVEDP <10 mmHg olanlar (Grup A, n=24; 8 kadın, 16 erkek), LVEDP 10-15 mmHg arasında olanlar (Grup B, n=21; 4 kadın, 17 erkek) ve LVEDP >15 mmHg olanlar (Grup C, n=35; 15 erkek) olmak üzere üç gruba ayrıldı. Grup A vakalarının 5'inde (%21), Grup B vakalarının 9'unda (%43) ve Grup C vakalarının 25'inde (%71) hipertansiyon öyküsü vardı. Vakalarımızın tamamı normal sinus ritminde idi.

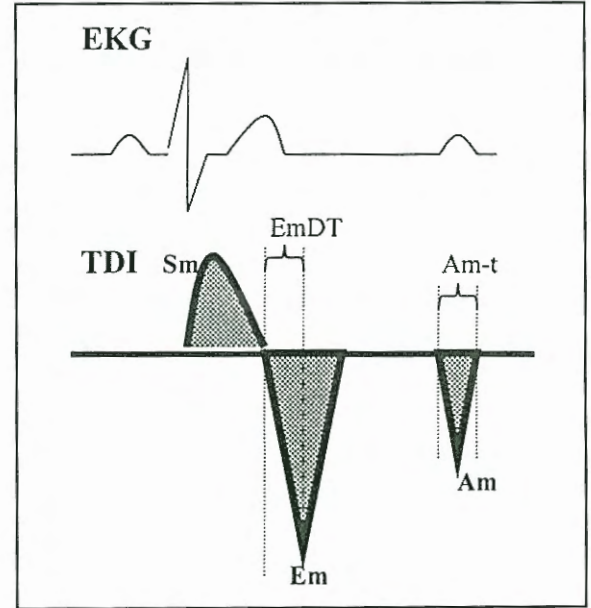
**Ekokardiyografi:** Aloka SSD 2200 ekokardiyografik görüntüleme sistemi ile iki-boyutlu ve M-mod ekokardiyografik parametreler elde edildi. Sol ventrikül ve kapak fonksiyonları değerlendirilirken parasternal uzun ve kısa eksen, apikal dört boşluk ve apikal iki boşluk görüntüleri kullanıldı. "Pulsed" ve devamlı akım Doppler ultrasonik inceleme, 2,5 MHz'lik bir transdüser ile yapıldı. CMM inceleme için apikal dört boşlukta mitral kapakların açılma noktası ile apeks arasına kursor yerleştirilerek erken ve geç diyastolik kayıtlar elektrokardiyografi kayıtları ile birlikte alındı. Değişik vakalarda 5-8 kardiyak atım süresinde alınan kayıtların ortalaması alındı. Elde edilen akımlar kullanılarak, erken diyastolik akımın mitral kapak uçlarından apekse kadar ulaşması için geçen zaman, mitral propagasyon velositesi gecikme zamanı (VpDT) olarak ölçüldü (Şekil-1).

TDI için "pulsed" akım spektral modu kullanıldı. Filtreler ve bazal çizgi, velosite sınırları -20 ve +20 cm/sn iken düzenlendi. Daha net bir doku sinyali elde edebilmek için kazanç (gain) ayarı, olabilecek en düşük değere indirildi. Apikal dört boşluk görüntüde, 5 mm'lik bir kursor aralığı (sample volume) mitral anulusun lateral köşesine yerleştirildi. Elde edilen görüntülerden 5-8 kardiyak atımlık parametrelerin ortalaması elektrokardiyografik kayıtları ile birlikte alındı. TDI kayıtlarından erken (Em) ve geç (Am) diyastolik velositeler, Em/Am, Em deselerasyon zamanı (EmDT) ve Am zamanı (Am-t) hesaplandı (Şekil-2).

**Kardiyak kateterizasyon:** Femoral arter yolu kullanılarak, Siemens Coroscop Hicor koroner anjiyografi cihazı ile sağ ve sol kalp kateterizasyonu, sağ ve sol koroner anjiyografi yapıldı. Sol ventrikül içerisine yerleştirilen sıvı-dolu aracı tel(pigtail) kateterinin ucu, mikromanometre tarayıcı (transdüser) ile birleştirildi. Kateterin içi sıvı ile yıkandıktan ve monitörden basınç değere-



Şekil 1. Mitral renkli M-mod Doppler(CMM) ile erken mitral propagasyon velositesi gecikme zamanı (VpDT) ölçümü



Şekil 2. Mitral lateral anulus doku Doppler (TDI) kayıtlarından erken (Em) ve geç (Am) diyastolik velositeler, Em/Am, Em deselerasyon zamanı (EmDT) ve Am zamanı (Am-t) hesaplandı

ri bazal seviyeye(baseline) indirilip sıfırlandıktan sonra kateter ve transdüser arasındaki hat açıldı, böylece basınç ve EKG kayıtları izlenerek LVEDP ölçüldü. Basınç ölçümleri için Siemens CD-7000 monitör kullanılarak 50 mm/sn hızında EKG ve basınç kayıtları alındı ve alınan kayıtlarda 5 ölçümün ortalaması esas değer olarak kabul edildi.

**Analiz:** Vakalar LVEDP değerlerine göre başlıca üç grup altında incelendi; LVEDP  $\leq 10$  mmHg olanlar Grup A, 10-15 mmHg olanlar Grup B,  $>15$  mmHg olanlar Grup C. Hastaların LVEDP ları ile TDI ve CMM parametreleri arasındaki ilişki araştırılırken; Grup A için belirlenen sınırlar EmDT $\leq 100$  msn, Am-t $\leq 90$  msn, Em/Am $\geq 1$  ve VpDT $<45$  msn olarak, Grup B için belirlenen sınırlar EmDT 100-120 msn, Am-t 90-110 msn, Em/Am 1-0.5 ve VpDT 45-60 msn olarak, Grup C için belirlenen sınırlar EmDT $>120$  msn, Am-t $>110$  msn, Em/Am $<0.5$  ve VpDT $>60$  msn olarak kabul edildi.

**İstatistiksel analiz:** Bütün parametreler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edildi. Gruplar arasındaki sayısal değerler eşleştirilmemiş T-testi ile karşılaştırıldı. Gruplar arasındaki oranların karşılaştırılmasında ki-kare testi kullanıldı. P $<0.05$  olması istatistiksel anlamlılık olarak kabul edildi. Aynı grup içerisinde yer alan parametreler arasındaki ilişki lineer korelasyon testi ile araştırıldı. Her bir grup içerisinde verilen sınır değerlerin varlığı ve yokluğu araştırıldıktan sonra gerçek pozitiflik ve negatiflik ile yalancı pozitiflik ve negatiflik oranları kullanılarak her bir grup için ayrı ayrı belirlenen sınır değerlerin sensitivite ve spesifisite hesaplandı.

## BULGULAR

Her üç grubun hastaları arasında yaş, cinsiyet dağılımı, kalp hızları bakımından anlamlı farklılık yoktu; Grup A için sırasıyla 55 $\pm 13$  yıl, 8'i kadın (%33), 71 $\pm 10$  /dk, Grup B için sırasıyla 56 $\pm 11$  yıl, 4'ü kadın (%19), 78 $\pm 20$  /dk, Grup C için sırasıyla 58 $\pm 9$  yıl, 15'i kadın (%43), 76 $\pm 12$  /dk (hepsi için p $>0.05$ ). Her üç grup aralarında sistolik ve diyastolik kan basınçları ve hipertansiyon öyküsü olanların sayısı bakımından karşılaştırıldı. Grup A, B ve C için sistolik kan basıncı sırasıyla 129 $\pm 18$ , 137 $\pm 26$  ve 150 $\pm 26$  mmHg idi (Kendi aralarında karşılaştırıldıklarında; Grup A ve B için p $>0.05$ , Grup B ve C için p=0.04, Grup A ve C için p=0.001). Grup A, B ve C için diyastolik kan basıncı sırasıyla 73 $\pm 10$ , 82 $\pm 12$  ve 91 $\pm 16$  mmHg idi (Kendi aralarında karşılaştırıldıklarında; Grup A ve B için p=0.006, Grup B ve C için p=0.019, Grup A ve C için p=0.0001). Grup A, B ve C için hipertansiyon öyküsü olanların sayısı sırasıyla 5(%21),

9(%43) ve 25(%71) idi (kendi aralarında karşılaştırıldıklarında; Grup A ve B için p $>0.05$ , Grup B ve C için p=0.03, Grup A ve C için p=0.0001).

**Ekokardiyografik bulgular (Tablo-1).** Her üç grubun TDI ve CMM bulguları karşılaştırıldı. Em toplam süresi her üç grupta da benzer değerlerde bulundu. Buna rağmen EmDT, C grubunda en uzun süre ortalamasına (130 $\pm 36$  msn) sahip olup istatistiksel olarak B grubundan (110 $\pm 16$  msn) daha uzun iken (p $<0.01$ ), A grubunda en düşük süre ortalamasına (89 $\pm 19$  msn) sahip olup B grubundan daha kısa idi (p $<0.001$ ).

Am süresi, C grubunda en uzun süre ortalamasına (127 $\pm 29$  msn) sahip olup istatistiksel olarak B grubundan (105 $\pm 16$  msn) daha uzun iken (p $<0.01$ ), A grubunda en düşük süre ortalamasına (83 $\pm 19$  msn) sahip olup B grubundan daha kısa idi (p $<0.001$ ).

Em/Am oranı, C grubunda en düşük ortalamaya (0.49 $\pm 0.28$ ) sahip olup istatistiksel olarak B grubundan (0.81 $\pm 0.22$ ) daha düşük iken (p $<0.01$ ), A grubunda en yüksek ortalamaya (1.35 $\pm 0.45$ ) sahip olup B grubundan daha yüksekti (p $<0.001$ ).

VpDT süresi, C grubunda en uzun süre ortalamasına (80 $\pm 22$  msn) sahip olup istatistiksel olarak B grubundan (57 $\pm 16$  msn) daha uzun iken (p $<0.01$ ), A grubunda en düşük süre ortalamasına (43 $\pm 12$  msn) sahip olup B grubundan daha kısa idi (p $<0.001$ ).

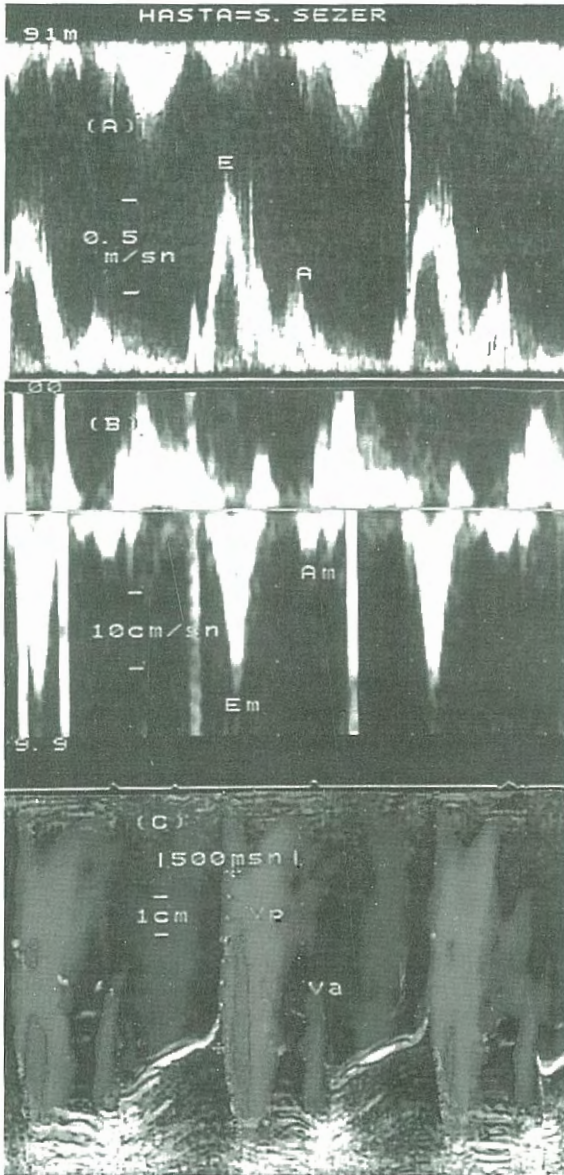
A grubunda bulunan vakalardan EmDT $\leq 100$  msn, Am-t $\leq 90$  msn, Em/Am $\geq 1$ , Vp-DT $\leq 45$  msn olanların, toplam vaka havuzu içerisinde her bir parametre için ayrı ayrı gerçek ve yalancı, pozitiflik ve negatiflik değerleri hesaplanarak elde edilen sensitivite ve spesifisite değerleri sırasıyla; 0.57 ve 0.89, 0.66 ve 0.88, 0.64 ve 0.92, 0.73 ve 0.89 olarak tespit edildi (Şekil 3).

B grubundaki vakaların ekokardiyografik parametrelerinden EmDT'nin 100-120 msn, Am-t'nin 90-

Tablo 1. Hasta gruplarının ekokardiyografik parametreleri ve sol ventrikül diyastol sonu basınçları (LVEDP) (n=80)

Grup	Em (cm/sn)	AM (cm/sn)	Em/AM	EmT (msn)	EmDT (msn)	Am-t (msn)	VpDT (msn)	LVDP (mmHg)
A	12,4 $\pm$ 3,9	9,3 $\pm$ 1,3	1,35 $\pm$ 0,45*	176 $\pm$ 30	89 $\pm$ 19*	83 $\pm$ 19*	43 $\pm$ 12*	8,5 $\pm$ 1,4*
B	10,2 $\pm$ 2,7	12,9 $\pm$ 2,1	0,81 $\pm$ 0,22†	179 $\pm$ 28	110 $\pm$ 16†	105 $\pm$ 16†	57 $\pm$ 16†	12,9 $\pm$ 1,3†
C	6,7 $\pm$ 3,7	13,9 $\pm$ 2,3	0,49 $\pm$ 0,28	190 $\pm$ 35	130 $\pm$ 36	127 $\pm$ 29	80 $\pm$ 22	18,9 $\pm$ 2,3

\*B ve C grupları ile karşılaştırıldığında p $<0.001$ . † C grubu ile karşılaştırıldığında p $<0.01$ . Em ve Am= erken ve geç diyastolik miyokardiyal Doppler hızları, EmDT=Em deselerasyon zamanı, Am-t=Am zamanı, VpDT=mitral propagasyon hızı gecikme zamanı



**Şekil 3.** Sol ventrikül diyastol sonu basıncı 7 mmHg olan bir vakanın diyastolik Doppler görüntüleri. A) Transmitral diyastolik akım; E=0.85 m/sn, B) Mitral anüler doku Doppler hızı; Em=15.5 cm/sn, Am=4.5 cm/sn, EmDT=65 msn, Am-t=60 msn, C) Mitral CMM propagasyon hızı; VpDT=38 msn. Em ve Am= erken ve geç diyastolik miyokardiyal Doppler hızları, EmDT=Em deselerasyon zamanı, Am-t=Am zamanı, VpDT=mitral propagasyon hızı gecikme zamanı

110 msn, Em/Am'nin 1-0.5, VpDT'nin 45-60 msn sınırları içerisinde bulunma sensitivitesi ve spesifitesi A grubundaki gibi hesaplandı ve sırasıyla; 0.57 ve 0.84, 0.60 ve 0.82, 0.51 ve 0.86, 0.55 ve 0.83 olarak tespit edildi.

C grubundaki vakalardan elde edilen parametrelerden EmDT >120 msn, Am-t >110 msn, Em/Am <0.5, VpDT >60 msn bulunma sensitivitesi ve spesi-

fisitesi A ve B grubunda olduğu gibi hesaplandı ve sırasıyla; 0.92 ve 0.80, 0.71 ve 0.80, 0.86 ve 0.72, 0.78 ve 0.86 olarak tespit edildi. Vakaların dağılımı Tablo-2'de verildi.

Yukarıda görüldüğü gibi her üç gruptan elde edilen TDI ve CMM parametrelerinin LVEDP için anlamlı bir sensitivite ve spesifiteye sahip olduğu görüldüğünde, Doppler parametreleri ile LVEDP arasındaki korelasyon araştırıldı. A grubunda EmDT, Am-t, Em/Am, Vp-DT değerleri ile LVEDP arasındaki korelasyon sırasıyla r = 0.67, 0.72, -0.76, 0.69 idi. B grubunda EmDT, Am-t, Em/Am, Vp-DT değerleri ile LVEDP arasındaki korelasyon sırasıyla r = 0.55, 0.59, -0.66, 0.63 idi. C grubunda EmDT, Am-t, Em/Am, Vp-DT değerleri ile LVEDP arasındaki korelasyon sırasıyla r = 0.63, 0.66, -0.61, 0.65 idi (Tablo-3).

**Tablo 2.** Hasta gruplarındaki vaka sayılarının ekokardiyografik parametrelere göre dağılımı

	Grup A(n)	Grup B(n)	Grup C(n)
<b>EmDT(msn)</b>			
≤100	19	6	8
100-120	5	13	3
>120	0	2	24
<b>Am-t(msn)</b>			
≤90	18	3	6
90-110	4	9	2
>110	2	9	27
<b>Em/Am</b>			
≥1	20	4	7
1-0.5	4	14	9
<0.5	0	3	19
<b>VpDT(msn)</b>			
≤45	17	4	2
45-60	5	11	4
>60	2	6	29

Kısaltmalar Tablo-1'de verildiği gibidir.

**Tablo 3.** Ekokardiyografik parametreler ile LVEDP arasındaki korelasyon değerleri

	Grup A(r)	Grup B(r)	Grup C(r)
EmDT(msn)	0.67	0.55	0.63
Am-t(msn)	0.72	0.59	0.66
Em/Am	-0.76	-0.66	-0.61
VpDT(msn)	0.69	0.63	0.65

Kısaltmalar Tablo-1'de verildiği gibidir.

## TARTIŞMA

Mitral diyastolik akım ile sol ventrikül diyastolik fonksiyonları arasında önemli bir ilişki olduğu önceden beri bilinmektedir. Ayrıca sol ventrikül doluş basıncının arttığı durumlarda diyastolik doluş paterni bozulmakta ve bu doluş paterni artık bilinen özellikler göstermektedir (18-21). Günümüzde halen kardiyak kateterizasyon sırasında LVEDP'nin direkt ölçümü gerekmektedir. Doppler ekokardiyografi konusundaki gelişmeler, LVEDP'ni noninvaziv olarak tahmin etmeye belli hasta gruplarında olanak sağlamaktadır. Şimdiye kadar bu konuda yapılan çalışmalar, büyük oranda mitral diyastolik akım ve pulmoner ven akım paterni yardımıyla yapılmaya çalışılmıştır (22-26). Ancak son yıllarda ekokardiyografik Doppler tekniklerindeki yeni gelişmeler bizi LVEDP'nin tahmini konusunda daha ileri noktalara taşımaktadır. Gerek TDI ve gerekse CMM ile yapılan sol ventrikül diyastolik doluş fazı fizyolojik değişkenlerden daha az oranda etkilenmektedir (11,16). Ayrıca mitral akım paterni LVEDP sonrasında bunu sol atrial basınç artışının izlemesi nedeniyle psödo-normal bir patern sergilemektedir. Fakat TDI ve CMM Doppler parametreleri bundan büyük oranda etkilenmemektedir (3,14,17). Bu nedenle TDI ve CMM ile LVEDP tahmini yapılırken daha az hata yapılacağı düşünülmüştür.

Appleton ve arkadaşları yaptıkları çalışmada transmitral akım paternini kullanarak elde ettikleri verileri, aynı vakalar üzerinde kateter girişimiyle birlikte incelemişlerdir (3). Yaptıkları çalışmada izovolumetrik relaksasyon zamanı, E deselerasyon zamanı, transmitral A velositesi ile kateterde elde edilen LVEDP arasındaki korelasyonu incelemişlerdir; sırasıyla  $r = -0.42, -0.48, -0.43$  (Bu çalışmada izlenen korelasyonların negatif olmasının başlıca nedeni çalışmaya alınan 70 vakalık grubun sadece otuzunun normal vaka grubu olması ve diğer kırk vakalık grubun dilate kardiyomiyopati, restriktif kardiyomiyopati ve sol ventrikül ileri sistolik disfonksiyonu olan koroner arter hastalarından oluşmasıdır). Ancak transmitral akım ve zaman intervalleri ile LVEDP arasında elde edilen korelasyonun hafif korelasyon olmasına rağmen, Nagueh ve arkadaşları TDI kullanarak yaptıkları çalışmada transmitral E velositesinin Em' ye oranı ile pulmoner kapiller (wedge) basıncı arasında ileri bir korelasyon tespit etmişler ( $r=0.86$ ) ve bunun kateterle olan korelasyonunun

çok iyi derecede olduğunu göstermişlerdir (27). Ayrıca hipertrofik kardiyomiyopatisi olan bir grup hastada CMM ve TDI kullanmak suretiyle, trans mitral E velositesinin akım propagasyon velositesine oranının ( $r=0.76$ ) veya trans mitral E velositesinin Em'ye oranının ( $r=0.82$ ) sol ventrikül doluş basıncı ile ileri bir korelasyon gösterdiği görülmüştür (28). Yine, CMM ve TDI ile ayrı ayrı yapılan çalışmalarda sırasıyla sol atrial basınç ve sol ventrikül doluş basınçları tahmin edilmeye çalışılmış ve her iki çalışmada da ileri korelasyon tespit edilmiştir (11,29). Bu çalışmaların sonuçları bize LVEDP'nin, ekokardiyografik Doppler parametreleri ile noninvaziv olarak tahmininde TDI ve CMM ile elde edilen verilerin daha uyum içerisinde olduğunu göstermektedir. Bizim çalışmamız yukarıdaki çalışmaları destekleyici sonuçlar içermektedir. 1) EmDT'nin  $\leq 100$  msn. Am-t'nin  $\leq 90$  msn, Em/Am'nin  $\geq 1$  ve VpDT'nin  $\leq 45$  msn olması orta düzeyde bir sensitivite ve ileri düzeyde bir spesifisite ile LVEDP'nin  $\leq 10$  mmHg olduğunu bize göstermektedir. 2) EmDT'nin 100-120 msn. Am-t'nin 90-110 msn, Em/Am'nin 1-0.5 ve VpDT'nin 45-60 msn arasında olması orta düzeyde bir sensitivite ve ileri düzeyde bir spesifisite ile LVEDP'nin 10-15 mmHg arasında olduğunu bize göstermektedir. 3) EmDT'nin  $>120$  msn. Am-t'nin  $>90$  msn, Em/Am'nin  $<0.5$  ve VpDT'nin  $>60$  msn olması ileri düzeyde bir sensitivite ve ileri düzeyde bir spesifisite ile LVEDP'nin  $>15$  mmHg olduğunu bize göstermektedir. Ayrıca mitral lateral anulustan TDI elde edilen EmDT, Am-t, Em/Am ve CMM ile mitral akımdan elde edilen VpDT değerleri, Grup A, B ve C hastalarında LVEDP ile ayrı ayrı kendi aralarında orta düzeyde bir korelasyon göstermektedir.

Brun ve arkadaşlarının koroner arter hastaları ve kardiyomiyopatili hastalar üzerinde yaptıkları çalışmada CMM kullanarak mitral kapak uçlarından apekse kadar uzanan diyastolik erken akım velositesini (Vp) analiz etmişler ve sabit relaksasyon süresi ile Vp arasında anlamlı bir negatif korelasyon göstermişlerdir (30). Bu çalışmada sol ventrikül relaksasyon bozukluklarında Vp'nin anlamlı olarak daha düşük olduğu ve bunun sol ventrikül diyastolik fonksiyonunu değerlendirmede noninvaziv bir kriter olabileceği yorumlanmıştır. Daha sonra yapılan çalışmalar bu bilgiyi bir ileri aşamaya taşıyarak, Vp'nin mitral kapak ucundan apekse uzanan doğrultuda geçici (temporal) farklılıklar gösterdiğini ve bu zaman gecikme-

sinin (VpDT) koroner anjiyoplasti sırasında (insanlarda) ve deneysel olarak (köpeklerde) oluşturulan koroner iskemi sırasında anlamlı olarak uzadığını göstermiştir (31,32). Bizim çalışmamızda da LVEDP yüksek olan gruplarda gelişen sol ventrikül diyastolik disfonksiyonuna paralel ve anlamlı olarak VpDT'nin uzama eğiliminde olduğu görülmüştür. Garcia ve arkadaşları, restriktif kardiyomyopati hastalar üzerinde yaptıkları çalışmada hastaların büyük çoğunluğunda mitral akım paterni restriktif doluş veya psödonormalizasyon izlenirken ( $E/A > 1$ ), TDI ile yapılan değerlendirmede  $Em/Am < 1$  bulunmuştur (33). Sohn ve ekibinin diyastolik fonksiyon bozukluğu olan (psödonormalizasyon ve gecikmiş relaksasyon) ve olmayan hastalar üzerinde yaptıkları mitral akım incelemesinde, volüm replasmanı ile bulguların iyileşme eğiliminde olduğu fakat nitrogliserin infüzyonundan sonra bulguların daha da kötüleştiği görülmüştür. Fakat TDI ile elde edilen Em değerinin ard yük (preload) değişikliklerine karşı daha az duyarlı olduğu gözlenmiştir. Ayrıca bu çalışmanın devamında hemodinamik olarak psödonormalizasyonun gösterildiği vakalarda (normal mitral diyastolik akım ve  $\tau \geq 50$  msn), TDI ile yapılan değerlendirmede %88 sensitivite ve %67 spesifisite ile Em'nin  $< 8,5$  cm/sn ve  $Em/Am$ 'nin  $< 1$  olduğunu tespit etmişlerdir. Biz de çalışmamızda TDI parametreleri ile LVEDP'ni karşılaştırırken, aralarında orta düzeyde anlamlı bir korelasyon ve sensitivite ve genel olarak ileri bir spesifisite olduğunu tespit ettik.

Vaka grubumuz koroner anjiyografisinde anlamlı koroner arter hastalığı, miyokard infarktüsü öyküsü, sol ventrikül segmenter duvar hareket bozukluğu ve sistolik disfonksiyonu bulunmayan hastalardan seçilmiştir. Bu nedenle her üç grupta LVEDP'nin farklı değerlerde olmasının gruplar arasındaki hipertansiyon sıklığı ve değerleri ile ilgili olduğu düşünülmüştür. Çünkü A, B ve C grupları kendi aralarında hipertansiyon sıklığı, sistolik ve diyastolik tansiyon değerleri bakımından karşılaştırıldıklarında, C grubunda hipertansiyon sıklığının ve diyastolik tansiyon ortalamasının en yüksek ve A grubunda ise en düşük olduğu görüldü. Hipertansif hastalarda sol ventrikülde subendokardiyal fibrotik değişiklikler meydana geldiği ve sol ventrikül diyastolik disfonksiyon olduğu bilinmektedir (34,35). Yapılan bir çok çalışmada hipertansif hastalarda sol ventrikül içi basıncının artarak, sol ventrikül duvar stresini artırdığı ve daha

ileri aşamalarda diyastolik kalp yetersizliğine neden olduğu gösterilmiştir (36,37).

**Klinik uygulama:** Daha önce yapılmış olan çalışmalarda LVEDP ile yeni ekokardiyografik parametreler arasındaki bir ilişki olduğu üzerinde durulmuş ancak, LVEDP tahmini konusunda TDI ve CMM yaklaşımlarının üstünlüğü ve tanı değeri numerik olarak araştırılmamıştır. Bu bakımdan elde edilen verilerden hareketle LVEDP'nin tahminini yaparken TDI ve CMM verilerinin sensitivite ve spesifisite değerlerinin yüksekliği, yeni ekokardiyografik yaklaşımların hemodinamik bulguların noninvaziv tahmini konusundaki ümitleri biraz daha artırmaktadır. Hastaya ve hekime zaman kazandırması, ekonomik olarak daha ucuz olması, hem hekim ve hem de hasta için daha basit bir yöntem olması bakımından TDI ve CMM parametrelerinin kullanımı önemli ve pratik bir yöntem olarak klinik uygulamadaki yerini artıracaktır. Bu bulgulardan hareketle yatak başında elde edilebilecek olan yaklaşık LVEDP değeri, hastaya olan yaklaşım, tanı ve tedavi konusunda önemli ipuçları verecektir. Klinik ve semptom olarak birbirine çok benzeyen sistolik ve diyastolik kalp yetersizliğinin ayırımı ve özellikle diyastolik disfonksiyonun kesin tanınması ve tedavi edilmesi konusunda önemli klinik yararlar sağlayacaktır.

**SONUÇ:** Yeni Doppler ekokardiyografik uygulamalar, TDI ve CMM, sol ventrikül diyastolik disfonksiyonunun tanınması konusunda konvansiyonel Doppler yaklaşımlarından daha değerli bir yere sahiptir. TDI ve CMM ile yapılan incelemeler LVEDP'nin tanınması ve tahmini konusunda önemli bilgiler vermektedir. Elde edilen ve yukarıda açıklanan veriler,  $LVEDP < 15$  mmHg olanlarda orta derecede sensitivite ve yüksek spesifisiteye,  $LVEDP \geq 15$  mmHg olanlarda ise yüksek sensitivite ve spesifisiteye sahiptir. Ayrıca elde edilen değerler LVEDP ile orta derece bir korelasyona sahiptir. TDI ve CMM uygulamaları ekokardiyografinin, hemodinamik değerlerin noninvaziv tahmini konusundaki önemini biraz daha artırmıştır.

#### KAYNAKLAR

1. Hirota Y: A clinical study of left ventricular relaxation. Circulation 1980;62:756-63
2. Rousseau MF, Pouleur H, Detry JMR, Brasseur LA: Relationship between changes in left ventricular inotropic

state and relaxation in normal subjects and patients with coronary artery disease. *Circulation* 1981;64:736-43

**3. Appleton CP, Hatle LK, Popp RL:** Relation of transmitral flow velocity of left ventricular diastolic function: New insights from a combined hemodynamic and Doppler echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol* 1988;12:426-40

**4. Hoit BD, Walsh RA:** Diastolic function in hypertensive heart disease. In: Gaasch WH, Le Winter M, editors. *Left Ventricular Diastolic Dysfunction and Heart Failure*. Philadelphia: Lea and Febiger, 1994:354-72

**5. Labovitz AJ, Pearson AC:** Evaluation of left ventricular diastolic function: clinical relevance and recent Doppler echocardiographic insights. *Am Heart J* 1987;114:836-51

**6. Nishimura RA, Abel MD, Hatle LK, Tajik AJ:** Assessment of diastolic function of the heart: background and current applications of Doppler echocardiography. Part II: clinical studies. *Mayo Clin Proc* 1989;64:181-204

**7. Pinamonti B, Zecchin M, Di Lenarda A, Gregori D, Sinagra G, Camerini F:** Persistence of restrictive left ventricular filling pattern in dilated cardiomyopathy: an ominous prognostic sign. *J Am Coll Cardiol* 1997;29:604-12

**8. Rihal CS, Nishimura RA, Hatle LK, Bailey KR, Tajik AJ:** Systolic and diastolic dysfunction in patients with clinical diagnosis of dilated cardiomyopathy. Relation to symptoms and prognosis. *Circulation* 1994;90:2772-9

**9. Lahiri A, Rodrigues EA, Carboni GP, Raftery EB:** Effect of long-term treatment with calcium antagonists on left ventricular diastolic function in stable angina and heart failure. *Circulation* 1990;81 Suppl III:130-8

**10. Vanoverschelde JL, Raphael DA, Robert AR, Cosyns JR:** Left ventricular filling in dilated cardiomyopathy: relation to functional class and hemodynamics. *J Am Coll Cardiol* 1990;15:1288-95

**11. Garcia MJ, Ares MA, Asher C, Rodriguez L, Vandervoort P, Thomas JD:** Color M-mode flow velocity propagation: an index of early left ventricular filling that combined with pulse Doppler peak E velocity may predict capillary wedge pressure. *J Am Coll Cardiol* 1997;29:448-54.

**12. Appleton CP, Hatle LK:** The natural history of left ventricular filling abnormalities: assesment by two dimensional and Doppler echocardiography. *Echocardiography* 1992;9:437-45

**13. Choong CY, Abascal VM, Thomas JD, Guerrero JL, McGlew S, Weyman AE:** Combined influence of ventricular loading and relaxation on the transmitral flow velocity profile in dogs measured by Doppler echocardiography. *Circulation* 1988;78:672-83

**14. Little WC, Ohno M, Kitzman DW, Thonmas JD, Cheng CP:** Determination of left ventricular chamber stiffness from the time for deceleration of early left ventricular filling. *Circulation* 1995;92:1933-9

**15. Takatsuji H, Mikami T, Urasawa, et al:** A new approach for evaluation of left ventricular diastolic function:

spatial and temporal analysis of left ventricular filling flow propagation by color M-mode Doppler echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1996;27:365-71

**16. Oki T, Tabata T, Yamada H, et al:** Difference in myocardial velocity gradient measured throughout the cardiac cycle in patients with hypertrophic cardiomyopathy, athletes and patients with left ventricular hypertrophy due to hypertension. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:760-8

**17. Garcia MJ, Thomas JD, Klein AL:** New Doppler echocardiographic applications for the study of diastolic function. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:865-75

**18. Gaasch WH, Levine HJ, Quinones MA, Alexander JK:** Left ventricular compliance: mechanisms and clinical implications. *Am J Cardiol* 1976;38:645-53

**19. Grossman W, Barry WH:** Diastolic pressure-volume relations in the diseased heart. *Fed Proc* 1980;39:148-55

**20. Grossman W, McLaurin LP:** Diastolic properties of left ventricle. *Ann Intern Med* 1976;84:316-26

**21. Braunwald E, Brockenbrough EC, Frahm CJ, Ross J Jr:** Left atrial and left ventricular pressures in subjects without cardiovascular disease: observations in eighteen patients studied by transeptal left heart catheterization. *Circulation* 1961;24:267-9

**22. Courtois M, Vered Z, Barzilai B, Ricciotti NA, Perez JE, Ludbrook PA:** The transmitral pressure-flow velocity relation: effect an abrupt preload reduction. *Circulation* 1988;78:1459-68.

**23. Courtois M, Kovacs SJ Jr, Ludbrook PA:** Transmitral pressure-flow velocity relation: importance of regional pressure gradients in the left ventricle during diastole. *Circulation* 1988;78:661-71.

**24. Thomas JD, Weyman AE:** Echocardiographic Doppler evaluation of left ventricular diastolic function: physics and physiology. *Circulation* 1991;84:977-90

**25. Choong CY, Hermann 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

**26. Nishimura RA, Tajik AJ:** Evaluation of diastolic filling of left ventricle in health and disease: Doppler echocardiography is the clinician's Rosetta stone. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:8-18

**27. Nagueh SF, Mikati I, Kopelen HA, Middleton KJ, Quinones MA, Zoghbi WA:** Doppler estimation of left ventricular filling pressure in sinus tachycardia. A new application of tissue Doppler imaging. *Circulation* 1998;98:1644-50

**28. Nagueh SF, Lakkis NM, Middleton KJ, Spencer WH, Zoghbi WA, Quinones MA:** Doppler estimation of left ventricular filling pressure in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation* 1999;99:254-61

**29. Nagueh SF, Middleton KJ, Kopelen HA, Zoghbi WA, Quinones MA:** Doppler tissue imaging: a noninvasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressures. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:1527-33

**30. Brun P, Tribouilloy C, Duval AM, et al:** Left ventricular flow propagation during early filling is related to wall relaxation: a color M-mode Doppler analysis. *J Am Coll Cardiol* 1992;20:420-32

**31. Stugaard M, Risoe C, Ihlen H, Smiseth OA:** Intracavitary filling pattern in the failing left ventricle assessed by color M-mode Doppler echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1994;24:663-70

**32. Stugaard M, Smiseth OA, Risoe C, Ihlen H:** Intraventricular early diastolic filling during acute myocardial ischemia: assessment by multigated color M-mode Doppler echocardiography. *Circulation* 1993;88:2705-13

**33. Rajagopalan N, Garcia MJ, Rodriguez L, Murray RD, Klein AL:** Comparison of Doppler echocardiographic methods to differentiate constrictive pericarditis from restrictive cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 1998;31:164A

**34. Cuocolo A, Sax FL, Brush JE, Maron BJ, Bacharach SL, Bonow RO:** Left ventricular hypertrophy and impaired diastolic filling in essential hypertension. Diastolic mechanisms for systolic dysfunction during exercise. *Circulation* 1990; 81:978-86

**35. Sugihara N, Genda A, Shimizu M, et al:** Diastolic dysfunction and its relation to myocardial fibrosis in essential hypertension. *J Cardiol* 1988;18: 353-61

**36. Ganau A, Devereux RB, Pickering TG, et al:** Relation of left ventricular hemodynamic load and contractile performance to left ventricular mass in hypertension. *Circulation* 1990;81: 25-36

**37. Devereux RB, Savage DD, Sachs I, Laragh JH:** Relation of hemodynamic load to left ventricular hypertrophy and performance in hypertension. *Am J Cardiol* 1983;51:171-6