

İskemik Kalp Hastalarında İzovolümik Relaksasyon Akımının Klinik Önemi*

Dr. Kadir GÜRKAN, Dr. Ayşe UĞUR, Dr. Metin GÜRSÜER, Dr. Aziz KARADEDE,
Dr. Tuna TEZEL, Dr. Tanju ULUFER, Dr. Aydın ÇAĞIL, Dr. Tezer ULUSOY

Prof. Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Merkezi, İstanbul

ÖZET

İzovolümik relaksasyon (IVR) süresince kalp içinde oluşan intrakaviter basınç farklılıklarının doğurduğu ventrikül içi akım, Doppler ekokardiyografi ile kaydedilmektedir. Çalışmamızda bu akımın oluşumunu, hızı ve yönünü tayin eden faktörleri belirlemek, bu akım hızı ve yönü ile sol ventrikül geometrisi ve hemodinamik parametreleri arasındaki ilişkiyi araştırmak hedeflenmiştir. Bu amaçla, hastanemizdeki elektif koroner anjiyografileri yapılmak üzere yatırılan 93 olgu çalışmaya alınmıştır. Hastaların diyastol, sistol sonu, IVR sonundaki ventrikül duvar hareketleri, 30 derece RAO pozisyonunda alınan kontrast ventrikülogramların 36 segmenti üzerinde incelenmiştir. Kavite içinde santral etki araştırıldığı için fiks referans noktası olarak ağırlık merkezleri seçilmiştir. Olgular, akım yönü ve duvar hareketlerine göre 5 gruba ayrılmıştır. Doppler akım yönü apekse doğru olanlar grup 1a (normal koroner anjiyogramlı 27 olgu), grup 1b (kritik koroner lezyonlu ve normal duvar hareketli 27 olgu) ve grup 1c'yi (kritik koroner lezyonlu ve bozuk duvar hareketli 17 olgu) teşkil ederken, hepsinde de duvar hareketi bozukluğu olan 22 olgudan akım yönü seçilemeyen 18'i grup 2'yi, akım yönü kaideye doğru olan 4'ü grup 3'ü oluşturmuştur. Daha sonra bu grupların akım hızları, ventrikül geometrileri, duvar hareketleri, hemodinamik parametreleri birbirleriyle kıyaslamalı olarak incelenmiştir.

Sonuç olarak, IVR esnasında midkaviter akım hızı azaldıkça ve akım yönü apeksten uzaklaştıkça sol ventrikül sistolik ve diyastolik fonksiyonlarının anlamlı olarak kötüleştiği gözlenmiştir. Bu akım örnekleri ve fonksiyonel kötüleşme, kontraksiyon ve relaksasyonun bozulduğu segmentlerin çokluğu ve lokalizasyonu ile yakın ilişkilidir. Yani apeksten kaideye doğru relaksasyon bozuldukça, akım yönü apeksten uzaklaşmaya ve hızı azalmakta, bununla paralel olarak ventrikül daha sferik hal almakta, hacimleri artmakta, ejeksiyon fraksiyonu (EF)+ ve dP/dt değerleri düşmekte, zaman sabitesi (TAU) uzamaktadır. Bu bulgular ışığında, IVR esnasındaki midkaviter akımın pulsed Doppler ekokardiyografi ile görüntülenmesinin, koroner arter hastalıklarında sol ventrikül fonksiyonları hakkında anlamlı ipucu vereceği düşünülmüştür.

Anahtar kelimeler: İzovolümik relaksasyon akımı, koroner arter hastalığı, sol ventrikül geometrisi

* Çalışma Türk Kard. Derneği'nin 1994 yılı Kardiyoloji Araştırma Teşvik Ödülü ikinciliğini kazanmıştır.
Alındığı tarih: 13 Ocak 1995
Yazışma adresi: Dr. Kadir Gürkan, Prof. Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Merkezi, Haydarpaşa-İstanbul

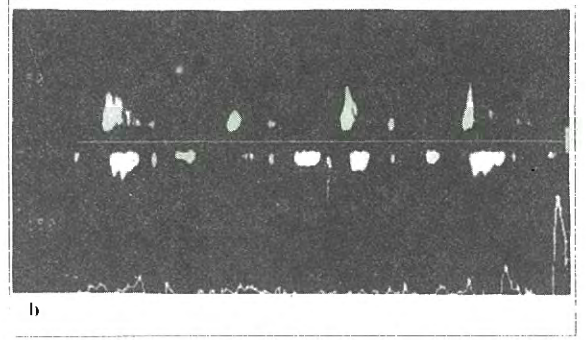
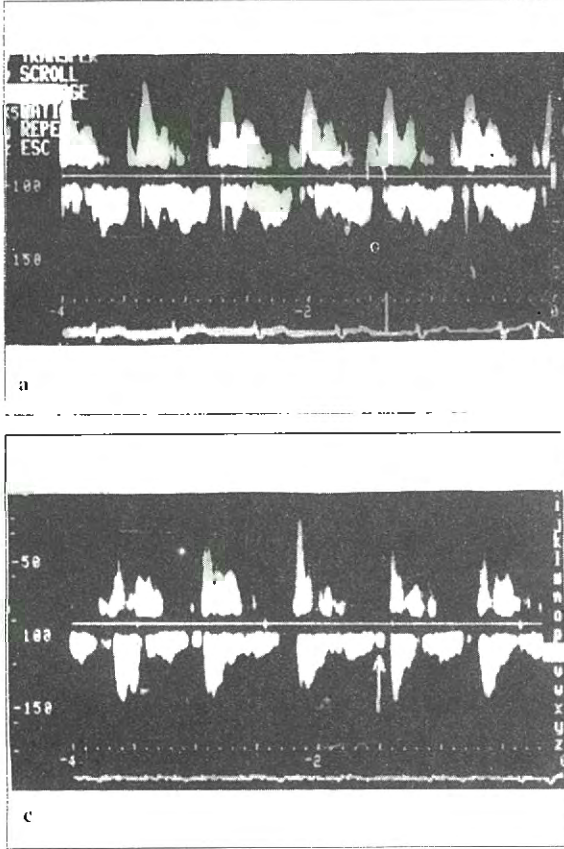
Birçok kalp hastalığının semptomatolojisinde diyastolik anormalliklerin önemli mekanizma olduğu ortaya konmuş, sıklıkla sistolik fonksiyon bozukluktan önce ortaya çıktıkları gösterilmiştir (1-4). Diyastolik yetersizliğin sık bir sebebi de, sol ventrikül relaksasyonunun bozulmasıdır (5-7). İskemi ve hipertrofi gibi diyastolik fonksiyon bozukluğu yapan durumlarda bunun başlıca mekanik sebebinin ise, hastalığın derecesi ne olursa olsun, ventrikül performansında üniform olmayan dağılım (asenkrone relaksasyon) teşkil etmektedir (7-12).

Kalbi uygun bir diyastole hazırlayan relaksasyonun enerji gerektiren bir olay olduğu ve iddia edildiği gibi sistolün bir parçası olduğu düşünülürse (7), sistolik fonksiyonları bozan faktörlerin relaksasyonu da etkileyeceği anlaşılır. Bu nedenle, "relaksasyon değerlendirilmesi, bir kardiyak siklus boyunca olan ventrikül fonksiyonları hakkında bilgi verebilir" savını ortaya atmak fazla hayalci olmasa gerekir. Nitekim, Kuroiwa ve ark. daha sonra Sasson ve ark., sol ventrikülün izovolümik relaksasyonu (IVR) esnasında Doppler ekokardiyografi ile ilk kez apekse yaklaşan kan akımından bahsetmişlerdir (13). Tanaka ve ark. ise, iskemik kalp hastalıklarında bu akımın hızı ve yönü ile ventrikül sistolik ve diyastolik fonksiyonları arasındaki ilişkiyi ortaya koymuşlardır (14).

Çalışmamızda, bu akımı yaratan, iskemik kalp hastalıklarında modifiye eden mekanik faktörleri aydınlatmak, akım hızı ve yönü ile sol ventrikül geometrisi ve fonksiyonları arasındaki ilişkiyi irdelemek hedeflenmiştir.

MATERYEL ve METOD

Çalışmamıza Kasım 1993-Ocak 1994 tarihleri arasında elektif koroner anjiyografileri yapılmak üzere hastanemize



Şekil 1. IVR esnasındaki akım örnekleri. Doppler örnek volümünün sol ventriküle mid-kaviter yerleştirilmesiyle elde edilen IVR esnasındaki akım, ejeksiyon akımı ile hızlı doluş akımı arasındaki intervalde aranmıştır (okla işaretli). 1a. Apekse yönelen akım, 1b. İndetermine akım, 1c. Kuideye akım. (A: anterior, P: posterior)

zisyonda, 50 fram/saniye hızda sine-ventrikülogram kayıtları alınmıştır.

Her hastanın basınç traselerinden RR intervali, maksimum sol ventrikül sistolik basıncı, end-diyastolik basınç, maksimal dP/dt, negatif dP/dt ve basit semilogaritmik yöntemle relaksasyon zaman sabitesi (TAU) hesaplanmıştır (15).

30 derece RAO pozisyonunda alınan kontrast ventrikülogramların projeksiyonları fram fram incelenmiş, diyastol sonu (sol ventrikülün üniform olarak dışa hareketinin en son görüldüğü veya önemli asinerjisi olanlarda en büyük alanlı fram), sistol sonu (üniform içe hareketin en son görüldüğü veya en küçük alanlı fram) ve IVR sonuna ait ventrikülün sınırları (mitral kapak açılmadan bir önceki fram), ventriküler ektopik vurumlar ve bir sonrası hariç tutularak kağıtlara çizilmiştir. Daha sonra bu çizimler "digitizer" kullanılarak bilgisayara girilmiş, "Auto-CAD" programı ile bu şekillerin ağırlık merkezleri ve alanları bulunmuştur. Ayrıca ağırlık merkezinden geçen en uzun çap bulunmuş, değerler gridleme ile kalibrasyon yapıldığı büyüme faktörü ile düzeltilerek ve tek plan alan-uzunluk elipsoid yöntemi kullanılarak (16) sol ventrikül diyastol sonu volümü (Vd), sistol sonu volümü (Vs), IVR sonu volümü (Vivr), atım volümü (SV), ejeksiyon fraksiyonları (EF) hesaplanmıştır.

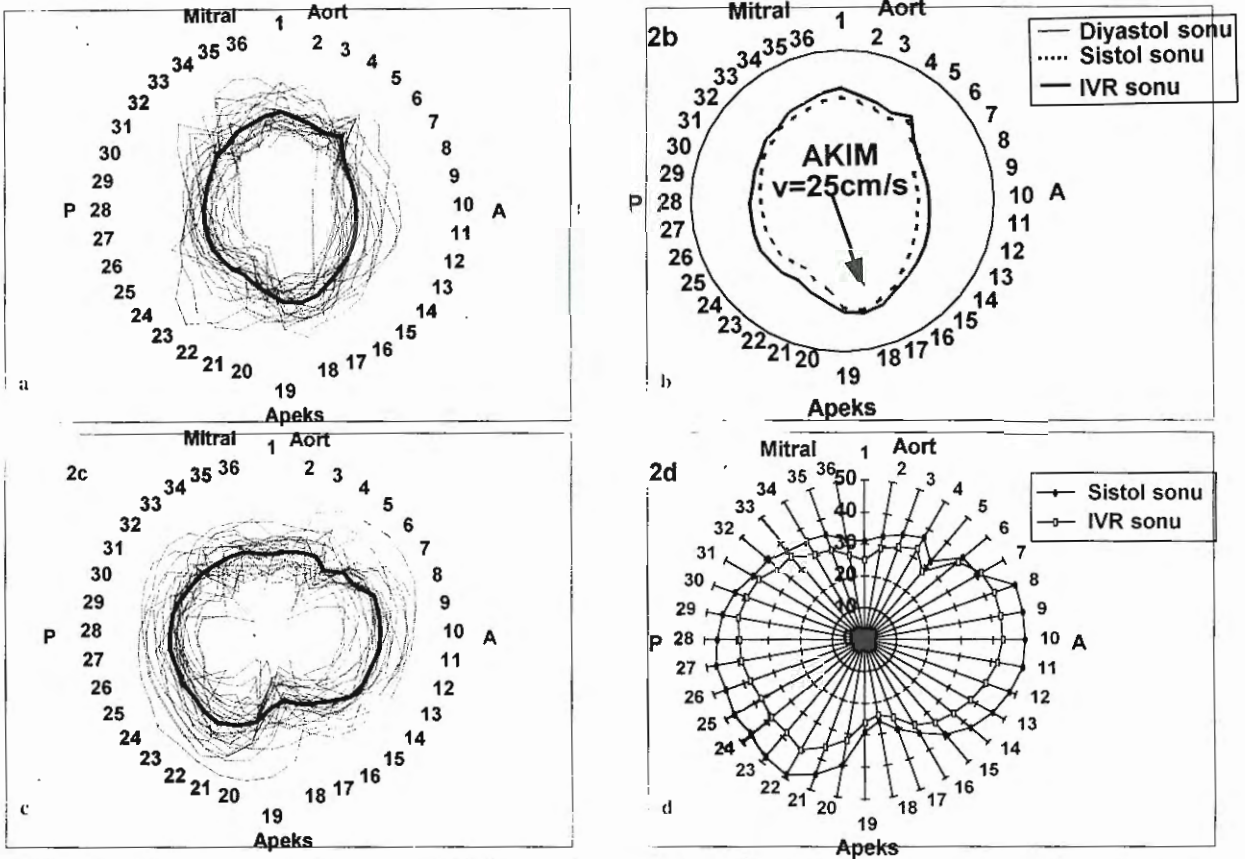
Duvar hareketleri: Bilgisayara girilen bu ventrikülogramlar, ayrıca kalbin hareketleri ve rotasyonu gözönüne alınmaksızın, fiks referans sistemi ile bölgesel duvar hareketlerinin incelenmesinde kullanılmıştır. Aortik plan olarak valsava sinüslerinin kaidesindeki düz hat alınmış, bu şekillerin ağırlık merkezleri mitro-aortik kesişim noktaları ile birleştirilmiş, daha sonra saat yönünde 10 derecelik açılarla diğer çaplar çizilerek bunlar 1'den 36'ya kadar numaralanmıştır.

Aynı sayılı çaplar arasındaki diyastolik-sistolik ve diyastolik-IVR sonu fraksiyonel kısalmalar % olarak hesaplanmıştır. 27 normal koroner anjiyogramlı hastanın fraksiyonel kısalmalarının ortalamasından 2 standart sapma daha düşük değerdeki sistolik kısalmanın olduğu

yatırılan, 55.2±10.2 yaşlarında, 74'ü erkek ve 19'u kadın olmak üzere 93 olgu alınmıştır. Koroner anjiyografi ve ekokardiyografik inceleme esnasında sinüzal ritimde olmayanlar çalışma dışı bırakılmıştır. Ayrıca valvüler kalp hastalığı olanlar, hipertrofik kardiyomiyopatisi olanlar, teknik nedenle yeterli kontrast ventrikülografi ve eko görüntüsü alınamayanlar çalışmaya katılmamıştır.

Pulsed Doppler ekokardiyografisi: Pulsed Doppler ekokardiyografik inceleme, Vingmed CFM 750 veya Toshiba SSH-160 ile 3.25 mHz transduser kullanılarak yapılmıştır. Hastalar istirahatte ve genellikle sol semilateral pozisyonunda incelenmiştir. "Sample volume" apikal uzun ekseninde sol ventrikül merkezine yerleştirilmeye gayret edilmiş (14), IVR zamanı aort valvülünün kapanmasından mitral valvül açılmasına kadar geçen zaman olarak tanımlanmış, IVR akımı ise ejeksiyon akımı ile hızlı doluş akımı arasındaki intervalde aranmıştır. Bu akımın ortalama hızı kaydedildikten sonra akım yönü hastaların gruplanmasında kullanılmıştır (Şekil 1 a-c).

Koroner anjiyografi: Bütün hastalara Sones veya Judkins tekniği kullanılarak yapılan koroner anjiyogramlarda sol koroner sisteminin en az 4, sağ koroner sisteminin ise 2 plandan sine-anjiyogramları alınmıştır. Pigtail kateterin sol ventrikül içinde ektopik vuru oluşturmasına dikkat edilerek, genellikle mid-kaviter yerleşimle hastaların sistolik ve diyastolik basınçları kaydedilmiş, ortalama 35 ml kontrast verilerek 30 derece RAO ve 60 derece LAO po-



Şekil 2. Grup 1'deki olguların (n=27) duvar hareketleri ve fraksiyonel kısalmaları. Duvar hareketleri, ağırlık merkezinden geçen 36 çapın diyastole göre kısalmalarının %'leri bulunarak hesaplanmıştır. Buna göre Şekil 2a'da 27 olgunun IVR sonunda duvar hareketleri (kalın çizgi ortalama değeri ifade etmektedir) gösterilmiştir. Şekil 2c'de ise hem sistol, hem de IVR sonundaki ortalama duvar hareketleri gösterilmiştir. Ayrıca bu çaplara ait fraksiyonel kısalmalar da duvar hareketlerini ifade etmede kullanılmıştır. Şekil 2b'de IVR sonunda fraksiyonel kısalmalar (kalın çizgi ortalama değeri göstermektedir), Şekil 2d'de sistol sonu ve IVR sonundaki ortalama fraksiyonel kısalmalar resimlenmiştir.

segmentin hareket bozukluğu gösterdiği kabul edilmiş, yan yana 3 segmentte hareket bozukluğu olan veya yan yana 6 segmentten 3'ünde hareket bozukluğu olan hastaların sistolik duvar hareketleri bozuk olarak değerlendirilmiştir.

Daha sonra bu çaplara ait kısalmalar ve fraksiyonel kısalmalar kullanılarak, bilgisayarla duvar hareketlerinin kalp siklusunun 2 fazındaki (sistol ve IVR sonu) durumu diyastolle kıyaslamalı olarak incelenmiştir (Şekil 2 a-c).

Görünüm indeksi (SI): $4H_{\text{alan}}/(\text{çevre})^2$ formülüne göre (17) hesaplanmıştır. Bunun için her şekilde birbirine komşu iki çapın uç noktaları arasındaki mesafe ölçülmüş ve bunların toplamı ile yaklaşık çevre uzunluğu hesaplanmıştır. Buna göre elde edilen değer 1'e yaklaştıkça ventrikülün sferik hal aldığı kabul edilmiştir.

Olguların gruplanması: IVR süresince saptanan Doppler akım hızı ve yönünün, koroner arter hastalıklarında ventrikül fonksiyonları ile korelasyonu ve bu akımın oluşmasında relaksasyon anormalliklerinin rolünü aydınlatmak üzere hastalar 3 gruba ayrılmıştır. Akım yönünün apekse olduğu olgular 1. grubu, akım yönünün belirsiz olduğu ol-

gular 2. grubu, akım yönünün kaideye olduğu olgular 3. grubu oluşturmuştur. Bu hastaların incelenmesiyle normal koroner anjiyogramlı hastaların hepsinde akım yönü apekse doğru olduğu için, 1. grup normal koroner anjiyogramlılar (1a), damar lezyonu olan, fakat sistolik duvar hareket bozukluğu olmayanlar (1b) ve sistolik duvar hareket bozukluğu olan koroner lezyonlular (1c) olarak 3 gruba ayrılmıştır.

İstatistiksel analiz: Gruplara ait değerler ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi varyans analizi (ANOVA) ile yapılmış, $p<0.05$ değeri anlamlı farklılık olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Gruplara ait hemodinamik parametreler, Doppler akım hızları, kardiyak siklusun 3 fazındaki (diyastol, sistol ve IVR sonu) sol ventrikül volümleri ve görünüm indeksleri Tablo 1 ve 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. 93 hastanın gruplara göre hemodinamik parametreleri ve IVR esnasında intraventriküler Doppler akım hızları

	Hasta grupları				
	Grup 1a (n=27)	Grup 1b (n=27)	Grup 1c (n=17)	Grup 2 (n=18)	Grup 3 (n=4)
Yaş (yıl)	53.8±9.6	52.9±11.2	57.3±8.6	55.2±9.1	57±9
RR interval (ms)	733±125	780±165	802±117	701±280	826±58
SP (mmHg)	153±29	166±28	153±22	141±22	138±10
EDP (mmHg)	10±6	13±9	11±6	13±4	10±6
EF (%)	72±13	62±17	53±14	48±21	39±13
+dP/dt (mmHg/s)	1483±278	1429±1429	1274±183	1303±199	1201±84
-dP/dt (mmHg/s)	1730±324	1667±274	1416±203	1278±195	1143±80
TAU (ms)	43.2±8.1	41.7±7	45.3±6.5	50.8±8.7	49.1±3
Akım hızı (cm/s)	24.9±7.5	25.5±5.2	19.5±8	X	-13.7±9.4

	p değeri									
	1a-1b	1a-1c	1a-2	1a-3	1b-1c	1b-2	1b-3	1c-2	1c-3	2-3
Yaş (yıl)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
RR interval (ms)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
SP (mmHg)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
EDP (mmHg)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
EF (%)	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	<0.05	<0.05	NS	NS	NS
+dP/dt (mmHg/s)	NS	<0.05	<0.05	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
-dP/dt (mmHg/s)	NS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	NS	<0.05	NS
TAU (ms)	NS	NS	<0.05	NS	NS	<0.01	<0.05	NS	NS	NS
Akım hızı (cm/s)	NS	<0.05	X	<0.01	<0.05	X	<0.01	X	<0.01	X

SP: sol ventrikül maksimum sistol basıncı, EDP: diastol sonu basıncı, TAU: IVR zaman sabitesi, NS: p>0.05.

Grup 1a: 54±10 yaşlarında, koroner anjiyogramlarında kritik damar lezyonu (≥ %70 darlık) saptanmayan, EKG'lerinde infarkt örneği olmayan, 8'i kadın ve 19'u erkek olmak üzere 27 hastadan oluşmaktadır. Bu gruptaki bütün hastaların IVR esnasındaki Doppler akım yönü apekse doğrudur. Akım hızları 25±8 cm/saniyedir. Bu grubun sistol sonu duvar hareketleri normal kabul edilmiş ve 36 çapa ait fonksiyonel kısalmaların normal değerleri bu hastalardan elde edilmiştir. Bu hastaların sistol ve IVR sonundaki ortalama duvar hareketleri, diastol sonu konturlara göre kıyaslamalı olarak Şekil 2a ve 2c'de gösterilmiştir.

Ayrıca yine sistol ve IVR sonunda fraksiyonel kısalmaların aldığı değerler, radar grafikte ve 3 boyutlu çizgi grafikte Şekil 1b, d ve e'de resimlenmiştir. Bunlardan anlaşıldığı üzere IVR sonunda sol ventrikül hafifçe genişlemekte, bu esnada volümü 5.6±5.8 cm³ artmaktadır (%34). Bu genişleme, apikal bölgelerde daha az olmak üzere bütün ventrikülden olmaktadır. Görünüm indekslerinin incelenmesinde ise sol ventrikül sistolde beklendiği gibi daha az sferik hale geçmekte, IVR sonunda bu indeks değişmemektedir (Tablo 2).

Grup 1b: 53±11 yaşlarında, 8'i kadın ve 19'u erkek olmak üzere, koroner anjiyogramlarında 3 esas koroner arter ağının en az birinde kritik damar lezyonu olan, duvar hareketleri normal kabul gören, IVR esnasında Doppler akım yönü apekse doğru olan 27 hastadan oluşmaktadır. Bu hastaların ventrikül hacimleri ve EF'ları grup 1a'ya göre negatif yönde, küçük, ama anlamlı değişiklikler gösterirken, +dP/dt ve diastol fonksiyon indeksleri arasında anlamlı değişiklik bulunmamıştır (Tablo 1 ve 2). Doppler akım hızları da grup 1a ile farklı değildir. Keza bu grubun diastolle kıyaslamalı sistol sonu ve IVR sonu duvar hareketleri incelendiği zaman, IVR esnasında sol ventrikülün yine sistole göre global olarak genişlediği gözlenmektedir (Şekil 3 a-c). Bu volüm artışı ve yüzdesi normal grupta olduğu gibidir. SI değerleri de benzerdir (Tablo 2).

Grup 1c: 57±9 yaşlarında, 1' kadın ve 16'sı erkek olmak üzere, koroner anjiyogramlarında kritik lezyon(ları) olan, kontrast ventrikülograflerinde sistolik duvar hareketleri bozuk kabul edilen, fakat IVR esnasında Doppler akım yönü apekse doğru olan 17 hastadan oluşmaktadır. Elektrokardiyografik olarak, hastaların 11'inde anterior, 6'sında inferior

Tablo 2. 93 hastanın gruplara göre sol ventrikül volümleri ve görünüm indeksleri

	Hasta grupları				
	Grup 1a	Grup 1b	Grup 1c	Grup 2	Grup 3
Vd (cm ³)	68.4±7.6	80.6±33.6	103.8±44	95.7±26.7	140±42
Vs (cm ³)	18.8±8.9	30.6±17.9	51.3±28.6	49.2±21.5	83.9±20.4
Vivr (cm ³)	24.4±11.1	38.7±19.6	57.7±30.4	54.9±22.7	94.6±20.8
SV (cm ³)	49.7±12.6	50±22.3	52.5±14	46.5±24.6	56.1±30.7
Vivr-Vs (cm ³)	5.6±5.8	8.1±7.8	6.4±6.3	5.7±5.4	10.7±6.8
(Vivr-Vs)/Vs (%)	34±6	38±9	8±2	9±2	8±1
Sld	0.83±0.04	0.85±0.04	0.87±0.06	0.86±0.08	0.90±0.05
Sls	0.70±0.1	0.69±0.07	0.76±0.12	0.71±0.12	0.95±0.05
Slivr	0.69±0.05	0.71±0.06	0.76±0.13	0.77±0.1	0.93±0.04

	p değeri									
	1a-1b	1a-1c	1a-2	1a-3	1b-1c	1b-2	1b-3	1c-2	1c-3	2-3
Vd (cm ³)	NS	<0.01	<0.01	<0.01	NS	NS	<0.01	NS	NS	<0.05
Vs (cm ³)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	NS	<0.05	<0.01
Vivr (cm ³)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	<0.05	<0.01	NS	<0.05	<0.01
SV (cm ³)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Vivr-Vs (cm ³)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
(Vivr-Vs)/Vs (%)	NS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	NS	NS	NS
Sld	NS	NS	NS	<0.05	NS	NS	<0.05	NS	NS	NS
Sls	NS	NS	NS	<0.01	NS	NS	<0.01	NS	<0.01	<0.01
Slivr	NS	NS	<0.05	<0.01	NS	<0.05	<0.01	NS	<0.01	<0.01

Vd: diyastol sonu volüm, Vs: sistol sonu volüm, Vivr: IVR sonu volüm, Sld: diyastolik görünüm indeksi, Sls: sistolik görünüm indeksi, Slivr: IVR esnasındaki görünüm indeksi.

kronik infarkt örneği (patolojik Q dalgası) saptanmıştır. Doppler akım hızı ilk iki gruba yakın, fakat anlamlı olarak daha düşük değerdedir (Tablo 1). Bu grubun volümleri, EF, sistolik ve diyastolik fonksiyon parametreleri de ilk iki gruba nazaran daha anlamlı negatif değerler göstermektedir.

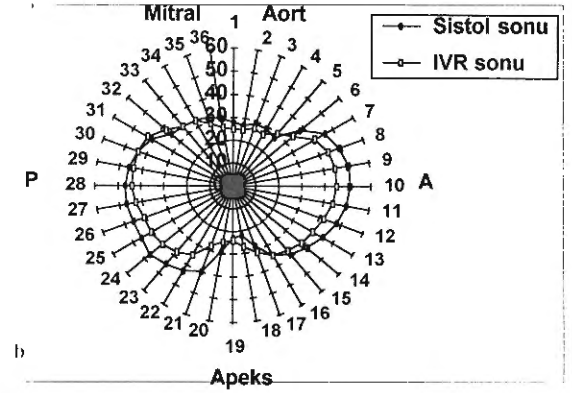
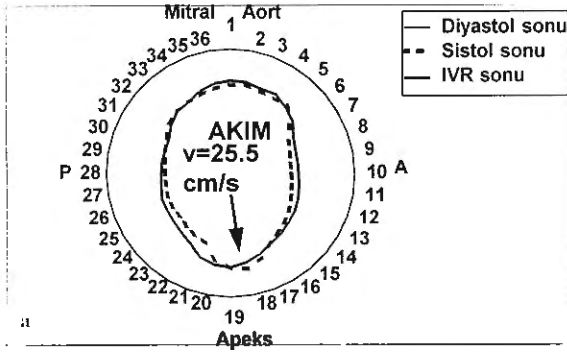
IVR sonunda volüm artışı değer olarak ilk iki gruba anlamlı olarak farklı değil gibi gözükürken, sistole göre artış %'si yaklaşık 3 kat azalmıştır (Tablo 2). Yani relaksasyon göreceli olarak daha azdır. Nitelik duvar hareketleri ve fraksiyonel kısalmaların incelenmesinden bu grup hastalarda iyi sistolik kasılma olmadığı, IVR esnasında da sol ventrikülün yeterince genişleyemediği görülmektedir (Şekil 4 a-c). Buna mukabil relaksasyonun nisbeten üniform olarak azaldığı dikkati çekmektedir. SI değerlerine bakıldığında, kalp siklusunun 3 fazında da ventrikül geometrisinin hafifçe sferikleşmekle birlikte iyi kordunduğu anlaşılmaktadır (Tablo 2).

Grup 2: 55±9 yaşlarında, 2'si kadın ve 16'sı erkek olmak üzere, koroner lezyonlu ve bozuk duvar hareketli, IVR esnasında Doppler akım yönü se-

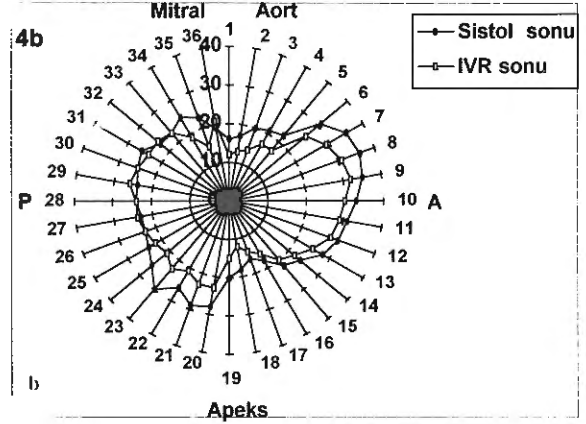
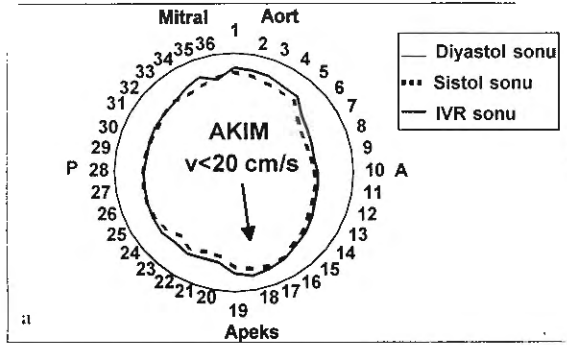
çilemeyen 18 hastadan oluşmaktadır. 4 hastada kronik anterior+inferiyör, 10 hastada inferiyör infarkt EKG örneği saptanmıştır. Doppler akım hızı bu grupta pratikte 0 olarak düşünülmüş ve diğer gruplardan anlamlı olarak farklı kabul edilmiştir. Bu grupta da sistolik ve diyastolik fonksiyon parametreleri ilk 2 gruba göre anlamlı olarak negatif değerlerdedir (Tablo 1).

Apikal Doppler akımı olan bozuk duvar hareketli grupla (1c) kıyaslanmasında ise anlamlı farklılık saptanmamakla birlikte numerik trend, EF ve diyastolik parametrelerde daha negatif değerlerdedir. IVR esnasında volüm artışı da grup 1c'deki gibi ileri derecede azalmıştır (%9). Bu grubun duvar hareketleri incelendiği zaman en belirgin özellik posteriyör duvarda hipokinezi ile birlikte relaksasyonun da benzer şekilde bozulmasıdır (Şekil 5 a-c). SI değerleri ise bu grupta IVR esnasında anormallik göstermekte ve daha önceki grupların aksine, ventrikül bu esnada daha sferik hal almaktadır (Tablo 2).

Grup 3: 57±9 yaşlarında, duvar hareket bozukluğu olan ve IVR esnasında Doppler akım yönü apekten



Şekil 3. Grup 1b'deki olguların (n=27) duvar hareketleri ve fraksiyonel kısalmaları. 3a. Ortalama duvar hareketleri. 3b. Ortalama fraksiyonel kısalmalar.



Şekil 4. Grup 1c'deki olguların (n=17) duvar hareketleri ve fraksiyonel kısalmaları. 4a. Ortalama duvar hareketleri. 4b. Ortalama fraksiyonel kısalmalar.

uzaklaşan (bazal akım, reverse flow) 4 erkek koroner arter hastasından oluşmuştur. 2 hastada anterior, diğer 2 hastada ise anterior+inferiyor infarktüs EKG örneği saptanmıştır. Akımlar, hız değeri yanında yön olarak da bütün gruplarla anlamlı olarak farklıdır. Bu grubun da sistolik ve diastolik parametreleri ilk 2 grupla kıyaslandığında, anlamlı olarak negatif değerlerdedir.

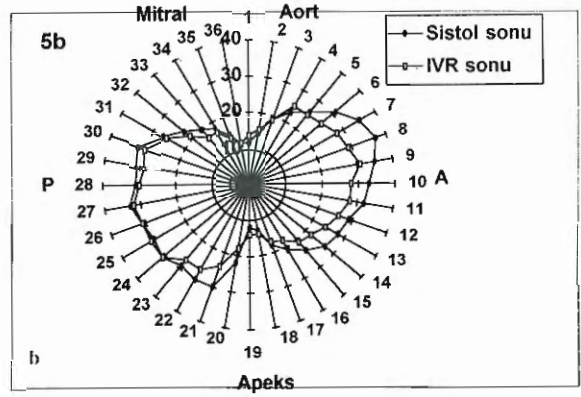
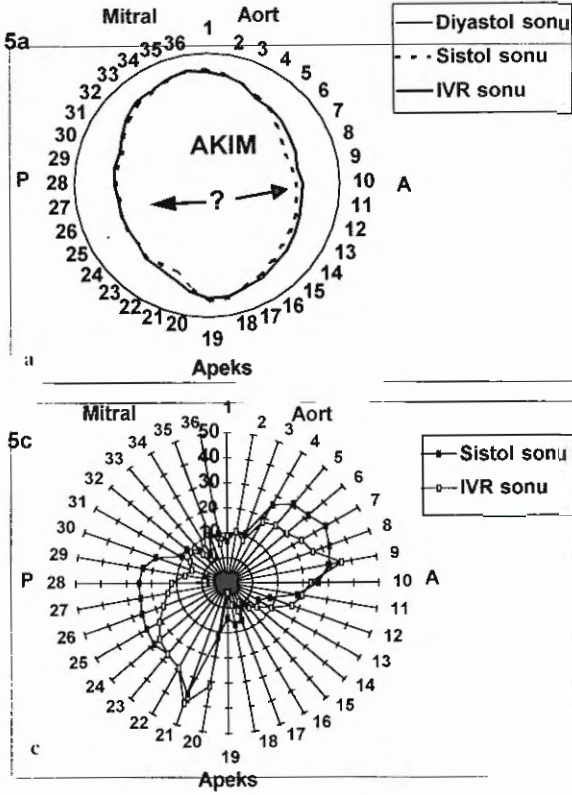
Diğer gruplarla kıyaslanmasında ise fazla önemli farklılık yok, fakat nümerik değerler daha negatifti. Bu grubun ventrikül volümleri ve fonksiyonları itibariyle artık iskemik kardiyomiyopati sınıfına dahil edilebileceği anlaşılmaktadır (Tablo 1 ve 2). Yani ileri derecede büyük ventrikül ve bozuk fonksiyonlar dikkati çekmektedir. SI değerleri, kardiyak siklusun 3 fazında da ventrikülün ileri derecede sferik olduğunu (diğer bütün grupların aksine sistolde en yüksek) göstermektedir. Bu hastaların ortalama ventrikül hareketleri incelendiği zaman, IVR esnasında bazal bölgelerde genişlemeye mukabil en

kötü kasilma ve relaksasyon anterior bölgede olmaktadır (Şekil 6 a).

TARTIŞMA

Kardiyak relaksasyonun başlıca amacı sol atriyal boşalmayı kolaylaştırmaktır. Aslında kalbin kanı emdiği uzun bir süredir bilinmektedir (elastic recoil [ER], diastolic suction) (18,18a). Normallerde diastolik doluşa primer etkiyi "chamber stiffness"i yaparken, iskemide relaksasyondaki bozukluğun derecesi diastolik doluşu tayin etmektedir. Nitekim yapılan çalışmalarda sol ventrikül relaksasyon bozukluğunun en erken belirtilerinden biri olarak, diastolik doluşun erken doluş fazında azaldığı, atriyal kontraksiyon fazına kaydığı gösterilmiştir (10,19).

Bu olayın gerekliliği, bozulmuş relaksasyonda ilk kompensasyon mekanizması olarak, diastolik kısalması pahasına, relaksasyonun uzamasından da anlaşılmaktadır (7). Bunun bir ötesinde kompliyans



Şekil 5. Grup 2'deki olguların (n=18) duvar hareketleri ve fraksiyonel kısalmaları. 5a. Ortalama duvar hareketleri, 5b. Ortalama fraksiyonel kısalmalar, 5c. EKG'sinde kronik anterior miyokard infarktüsü örneği olan hastanın ortalama fraksiyonel kısalmaları.

azalması ve kalp hızının artması ile diyastolik basınç-volüm eğrisinde yukarı kayma olur ve egzersiz intoleransı ortaya çıkar. Doğal olarak bir ötesinde de sistolik yetersizlik ortaya çıkar, uzamış olan kontraksiyon nedeniyle prematüre hale gelen relaksasyon fazı dengeyi daha fazla bozar. Bu mekanik dengeşizliğin ventrikül içinde üniform olmaması da tablonun daha kompleks olmasına yol açar.

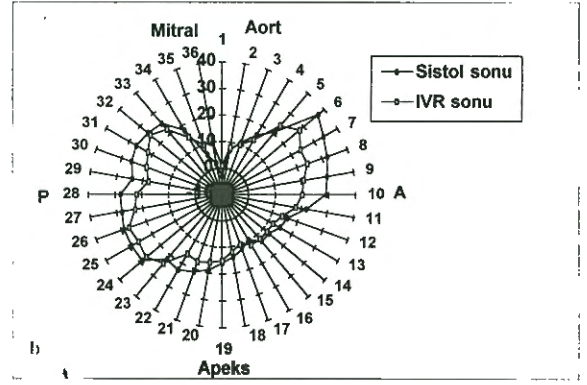
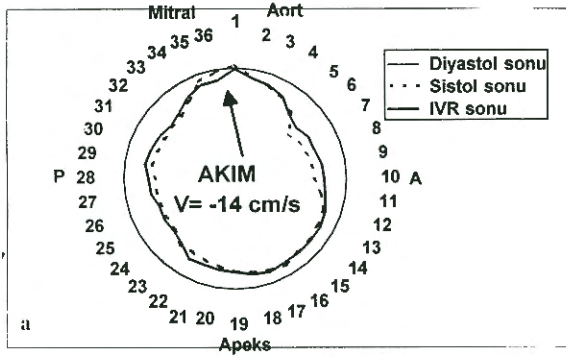
Kasılma dönemini takibeden kardiyak relaksasyon esnasında, kalsiyumun aktif yerlerinden sökülmesi için kalp enerji harcamasının %15 kadarından pay ayrılır. Yani relaksasyonun sürdüğü IVR ve hızlı ventrikül doluşu aktif bir olaydır ve bu nedenle de yakın zamanda sistolün evreleri olarak kabul edilmektedir (7). Relaksasyon genelde kalp kasılmasını etkileyen faktörlerden ve aynı yönde etkilenir. Bunun yanında kontraksiyon ve relaksasyon aynı şartlardan aynı şekilde etkilenmez. Örneğin iskemide relaksasyon, yetersiz perfüzyona kontraksiyondan daha duyarlıdır. Diyastolik fonksiyon bozukluğu deneysel iskemide daha önce olmakta ve daha uzun sürmektedir (18).

IVR esnasında oluşan ER'in ventrikül içinde yarattığı basınç değişiklikleri, normal olgularda apikal bölgeye doğru akım yaratmaktadır (13-14). Aslında

bu dönem esnasında ventrikül içine aorta ve sol atriyumdan kan akımı olmadığı için, bu akımın değerlendirilmesi aktif relaksasyonun iyi bir yansıması olacaktır. Doppler ekokardiyografi ile saptanabilen bu akımın hız ve yönü pratikte ne gibi bilgiler verebilir, ventrikül fonksiyonları ile korelasyon nedir? Çalışmamızın bu sorulara verebildiği yanıtı incelemek için akım yönü ve hızının farklılık gösterdiği 2 ve 3. grup bulguları ile akım yönünün aynı olduğu normal ve koroner arter hastalıklı grupların hemodinamik verilerinin ve duvar hareketlerinin karşılaştırılması gerekmektedir.

Çalışmamızda, duvar hareketlerinin incelenmesinde fiks referans noktası olarak ağırlık merkezi alınmıştır. Daha önceki çalışmalarda gösterildiği gibi IVR esnasındaki intrakaviter akım, pulsed Doppler örnek volümü ventrikül içine santralize edildiğinde en iyi alınmaktadır (13-14). Pratikte ağırlık merkeziyle eşdeğer kabul edebileceğimiz bu noktadaki enstantane akım yönü ve hızına başlıca etkiyi, karşılıklı segmentlerin fonksiyonel durumlarının yapacağı aşıkardır. Bu nedenle duvar hareketlerinin incelenmesinde ağırlık merkezi fiks nokta seçilmiş, duvar hareketleri buradan çizilen çaplar üzerinde incelenmiştir.

Normallerde ve duvar hareket bozukluğu göstermeyen koroner arteri hastalarında IVR esnasında sol ventrikül dinamiği oldukça iyidir ve sol ventrikül volümünde önemli artış gözlenmektedir. Bu genişleme sol ventrikülün yarım bir elipsoid, aort ve mitral bölgelerin taban olduğu düşünülürse apikal yarıda daha fazla olmaktadır (10-25. çaplar arası).



Şekil 6. Grup 3'deki olguların (n=4) duvar hareketleri ve fraksiyonel kısalmaları. 6a. Ortalama duvar hareketleri, 6b. Ortalama fraksiyonel kısalmalar.

Dolayısıyla IVR esnasında ER bu bölgelerde daha belirgindir ve burada daha fazla diyastolik emiş olacaktır. IVR esnasında Doppler akım yönünün bu bölgelere yönelmesi de doğal bir sonuç olarak ortaya çıkacaktır.

Bu bulgumuz Ruttley'in "IVR esnasında apikal ve anterior segmentler relaksasyonda önemli rol oynar" (20) iddiasını desteklemektedir. Grup 1b'deki hastaların ortalama sistol ve IVR sonu volümleri, EF'u normallere göre hafifçe negatif değerler göstermekle birlikte, bu hastalarda ventrikül geometrisinin hiç bozulmadığı SI değerlerinden de anlaşılmaktadır. Bu hastalarda da IVR sonunda genişleme apikal yarıda daha fazla olmakta ve normallerle kıyaslanabilir intrakaviter akım hızı olmaktadır. Dolayısıyla apekse doğru intrakaviter akım ve 25 cm/sn civarında akım hızının iyi relaksasyon, aynı zamanda iyi sistolik fonksiyonların göstergesi olduğu söylenebilir.

Buna mukabil grup 1c'yi oluşturan hastaların ventrikül volümleri normale göre ileri derecede artmış, geometrisi nisbeten sferik hal almış, ventrikül fonksiyonları da orta derecede bozulmuştur. Fakat IVR esnasındaki akım yine apekse yönelmiştir. Bu gruptaki hastalar sistolik kasılma bozukluğu göstermektedir ve bu da relaksasyon bozukluğundan ayrı düşünülemez. O halde iskemi sonucu regional olarak relaksasyon gecikmesi (kompansatuvar fazda) veya bozulması beklenmelidir (asenkrone relaksasyon, üniform olmayan relaksasyon). Diğer taraftan IVR esnasında kalp kasının gevşemesi normalde de senkron olmamaktadır. Altieri ve ark. (21)'nin normal olgularda %83 oranında bölgesel olarak erken relaksasyon saptamışlardır (segmental erken relaksasyon

fenomeni, SERP). Gibson ve ark. IVR sırasında iskemik bölgenin aksine içeri hareket ettiğini, diğer bölgelerde aynı esnada gözlenen dışa hareketin kompansatuvar mekanizma olduğunu iddia etmişlerdir (22). Öte yandan artan asenkroni ile relaksasyonun daha da uzadığı, mitral kapak açıldığında sol ventrikülün yeteri kadar negatif veya düşük basıncı ulaşmadığı, dolayısıyla diyastolik doluşun güçleştiği bilinmektedir (2,9,10,19). Nitekim bu gruptaki hastaların IVR sonu volümleri sistole göre ancak %8 civarında artmıştır. Bu artış az da olsa apikal yarıda daha fazla olan relaksasyondan ötürüdür. Dolayısıyla bu yönde akım yaratacak bir gradientin hala yaratılabildiği aşıkardır. Burada dikkat edilmesi gereken husus akımın hızındaki azalmadır. Nitekim akım hızı ortalama 20 cm/sn altına düşmüştür. Dolayısıyla apekse yönelmiş, fakat ortalama olarak <20cm/sn hızdaki akımlar nisbeten kötü ventrikül fonksiyonlarını işaret etmektedir.

Akım yönü seçilemeyen hastalarda niçin sorusu sorulduğunda ilk akla gelen, teknik yetersizliğin söz konusu olup olmadığıdır. Nitekim IVR esnasındaki akım düşük hızlıdır ve eko cihazlarında düşük filtrelerle (220 Hz civarı) iyi görüntülenebilmektedir (14). Çalışmamızda bu grup hastaların en azından 1c grubu kadar kötü fonksiyona sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Aslında numerik değerler daha da negatiftir. Yani 1c grubu ile kıyaslandığında, anlamlı olmasa bile daha düşük EF, daha uzun TAU değerleri dikkati çekmektedir. Tanaka bu grubun hemodinamik parametrelerinin daha kötü olduğunu iddia etmiştir (14). Pratikte farkı anlamlı kabul etmesek de sol ventrikül fonksiyonlarının yine orta derecede bozulduğu anlaşılmaktadır.

Akım yönünün, belki de hızının daha düşük olması sebebine gelince, muhtemelen akım gradyeni uzun eksenle dik olmakta ve iyi Doppler görüntülemesine olanak vermemektedir. Nitekim bu grup hastaların duvar hareketleri uzun eksenin iki yanında incelenirse, IVR esnasında genişlemenin sadece anterior bölgede olduğu dikkati çekmektedir (Şekil 5 a-c). Öte yandan bu sonucu yaratan sebep, bu gruptaki hastaların daha ziyade kronik inferior MI paterninde olmaları gibi gözükmemektedir. Buna mukabil, bu gruptaki kronik anterior MI örneği gösteren bir hastanın fraksiyonel kısalmaları incelenirse, bu sefer de anterior duvar hareketlerinin bozulduğu, dolayısıyla sadece inferior bölgede ER yaratacak IVR sonu genişlemenin olduğu gözlenmektedir. Bu da akımın bahsettiğimiz sebeple indeterminate olduğuna işaret etmektedir.

IVR esnasında geri akım alınan hastaların sol ventrikül geometrileri ve fonksiyonları ise ileri derecede bozuktur. EF, %40'ın altına düşmüş, +dP/dt ve -dP/dt en düşük değerlere inmiş, TAU önemli derecede uzamış, ventrikül ileri derecede genişlemiş ve adeta sferikleşmiştir. IVR esnasında ventrikül genişlemesi sadece kaidelerde belirgin şekilde sağlanabilmektedir. Bu nedenle akım yönünün bu bölgelere olması şaşırtıcı olmayacaktır. Bu grubun bazı parametrelerinin grup 1c ve 2. grupta anlamlı farklılık göstermesi de, olgu sayısının düşük olması nedeniyle istatistiksel anlamlılıklarının düşük çıkmasına bağlanmıştır.

Çalışmamızda eko tetkiki ve kateterizasyon simultane olarak yapılmamıştır. Ventrikül sine kayıtlarının 20 ms hassasiyetle yapılması, gerçek mitral kapak açılmasında, dolayısıyla ventrikül volümlerini saptamada ortalama 10 ms yanlışlara yol açmış olabilir. Ayrıca relaksasyon gerçek anlamda, özellikle bozuk fonksiyonlu koroner arter hastalarında hızlı doluş fazına uzayabilir ve gerçek relaksasyon sonu parametreleri değişik olabilir.

Bu açıdan çalışmamız temporal ve reel neticelerden ziyade relaksasyon sonuna yakın enstantane bulguları yansıtmaktadır. Ayrıca ventrikül hareketleri tek planda incelenmiştir ve septal duvar hareketlerinin akım yönüne etkisi ihmal edilmiştir. Teknik nedenlerle basınç-volüm eğrileri, kavite ve miyokard stiffness'i incelenememiştir.

Sayıdığımız çalışma sınırlamalarına karşın, IVR esnasında oluşan akım yönü ve hızının sol ventrikül global ve segmenter relaksasyon ve diğer fonksiyonları hakkında yeterli ve pratik bilgiler verebileceği anlaşılmaktadır. Özellikle akım hızının giderek düşmesi ve akımın reverse olması kötüleşme belirtisi olarak alınmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Gaasch WH, Levine HJ, Quinones MA, Alexander JK: Left ventricular compliance: mechanisms and clinical implications. *Am J Cardiol* 1976; 38:645
2. Mirsky I, Pasipoularides A: Clinical assessment of diastolic function. *Prog Cardiovasc Dis* 1990; 32:291
3. Dougherty AH, Naccarelli GV, Gray EL, Hicks C, Goldstein RA: Congestive heart failure with normal systolic function. *Am J Cardiol* 1984; 54:778
4. Soufer R, Vohlgelemtter D, Vita NA, et al: Intact systolic left ventricular function in clinical congestive heart failure. *Am J Cardiol* 1985; 55:1032
5. Fioretti P, Brower RW, Meester GT, Serruys PW: Interaction of left ventricular relaxation and filling during early diastole in human subjects. *Am J Cardiol* 1980; 46:197
6. Brutsaert DL, Rademakers FE, Sys SU, Gillebert TC, Housmans PR: Analysis of relaxation in the evaluation of ventricular function of the heart. *Prog Cardiovasc Dis* 1985; 28:143
7. Brutsaert DL, Sys SU, Gillebert TC: Diastolic failure: pathophysiology and therapeutic implications. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22:318
8. Brutsaert DL: Nonuniformity: a physiologic modulator of contraction and relaxation of the normal heart. *J Am Coll Cardiol* 1987; 9:341
9. Perrone-Filardi P, Betocchi S, Giustino G, et al: Influence of left ventricular asynchrony of filling in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1988; 62:523
10. Betocchi S, Piscione F, Villari B, et al: Effects of induced asynchrony on left ventricular diastolic function in patients with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1993; 21:1124
11. Nakashima Y, Takanobu N, Ikeda M, Arakawa K: Role of left ventricular nonuniformity in hypertensive diastolic dysfunction. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22:790
12. Aoyagi T, Pouleur H, Van Eyck C, Rousseau MF, Mirsky I: Wall motion asynchrony is a major determinant of impaired left ventricular filling in patients with healed myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1993; 72:268
13. Sasson Z, Hatle L, Appleton CP, et al: Intraventricular flow during isovolumetric relaxation: description and characterization by Doppler echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1987; 10:539
14. Tanaka Y, Nakamura K, Kuroiwa N, et al: Isovolumic relaxation flow in patients with ischemic heart disease. *J Am Coll Cardiol* 1993; 21:1357
15. Gibson DG: Assessment of ventricular diastolic function. Parnley WW, Chatterjee K (eds). *Cardiology Vol I, Physiology, pharmacology, diagnosis*. Philadelphia, JB Lippincott Company Publ 1989. Ch 53
16. Fifer MA, Grossman W: Measurement of ventricular

volumes, ejection fraction, mass and wall stress. W Grossmann (ed). Cardiac Catheterization and Angiography. Philadelphia, Lea & Febiger, 1985. p.282

17. Gibson DG, Brown DJ: Continuous assessment of left ventricular shape in man. Br Heart J 1975; 37:904

18. Lakatta EG, Maughan WL: Cardiovascular function. Garferin OB (ed). Current Concepts in Cardiovascular Physiology. San Diego, Academic Press Inc 1990. p.351

18a. Courtois M, Kovacs SJ, Lubrook PA: Transmitral flow velocity relation. Importance of regional pressure gradients in the left ventricle during diastole. Circulation 1988; 78:661

19. Stoddard MF, Pearson MF, Kern MJ, et al: Left ventricular diastolic function: comparison of pulsed Dopp-

ler echocardiographic and hemodynamic indexes in subjects with and without coronary artery disease. J Am Coll Cardiol 1989; 13:327

20. Ruttley MS, Adams DF, Cohn PF, Abrams HL: Shape and volume changes during isovolumic relaxation in normal and asynergic ventricles. Circulation 1973; 48:499

21. Altieri PI, Wilt SM, Leighton RF: Left ventricular wall motion during the isovolumic relaxation period. Circulation 1973; 48:499

22. Gibson DG, Prewitt TA, Brown DJ: Analysis of left ventricular wall movement during isovolumic relaxation and its relation to coronary artery disease. Br Heart J 1976; 38:1010