

## ESANSİYEL HİPERTANSİYONDA GELİŞEN SOL VENTRİKÜL HİPERTROFİSİNİN SAĞ VENTRİKÜL İŞLEVİ ÜZERİNE OLAN ETKİSİNİN NABIZ DALGALI DOKU DOPPLER İLE İNCELENMESİ

Uz. Dr. Hüseyin SÜRÜCÜ, Y. Doç. Dr. Osman AKDEMİR, Y. Doç. Dr. Sedat ÜSTÜNDAĞ, Dr. Ersan TATLI, Dr. İbrahim KÖKER, Prof. Dr. Gültaç ÖZBAY

Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Edirne

### Özet

*Literatürde esansiyel hipertansiyonlu hastalarda sağ ventrikül fonksiyonlarını inceleyen çalışmalar kısıtlı sayıdadır. Bu çalışmaların hepsinde standart ekokardiyografi (eko) parametreleri kullanıldığı gibi, sol ventrikül hipertrofisinin (SVH) sağ ventrikül fonksiyonları üzerine olan etkisi de incelenmemiştir. Çalışmamızda esansiyel hipertansiyonlu 114 olguda gelişen SVH'nin sağ ventrikül işlevleri üzerine olan etkisi standart eko ve doku Doppler görüntüleme (DDG) yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Sonuçlar sistemik bir hastalığı olmayan, Bruce protokolüne göre maksimal efor testi negatif sonuçlanan 34 sağlıklı bireyle (grup-1) karşılaştırılmıştır. Olgular elektrokardiyografi (EKG) ve eko'da SVH olmayan (grup-2), eko'da SVH saptanmasına rağmen EKG'de olmayanlar (grup-3) ve EKG ve eko'da SVH saptananlar olarak (grup-4) sınıflandırılmıştır. Standart eko parametrelerinden hiç biri SVH'nin sağ ventrikül işlevlerini bozduğunu tespit edememiştir. Oysa DDG parametrelerinden İVRA hızı ve Ea yavaşlama süresi (Ea – DT) SVH gelişen grupta daha büyük bulunmuştur. Sağ ventrikül miyokardından elde edilen İVRA hızı grup-4'de diğer guruplara göre daha yüksek saptanmıştır (sırasıyla p değerleri 0.010, 0.002 ve 0.001). Ea-DT süresi de grup-4'de sağlıklı bireyler ve SVH'si olmayan esansiyel hipertansiyonlu olgulara göre anlamlı olarak uzun bulunmuştur (sırasıyla p:0.020 ve p:0.037). Bu değişikliklerin sağ ventrikül diyastolik işlev bozukluklarını yansıttığı kabul edildiğinde sağ ventrikül işlevlerinin gelişen SVH'den etkilendiği ve bu değişikliklerin de standart eko parametreleri ile tespit edilemediği, ayrıca EKG'de saptanan SVH'nin sağ ventrikül diyastolik işlev bozukluğuna işaret ettiği sonucuna varılabilir. (Türk Kardiyol Dern Arş 2003;31:249-61)*

**Anahtar kelimeler:** Esansiyel hipertansiyon, doku Doppler görüntüleme, sağ ventrikül işlevleri

### Summary

#### Assessment of the Effect of Left Ventricular Hypertrophy on Right Ventricular Functions Using Pulsed Wave Tissue Doppler Imaging in Patients with Essential Hypertension

*There are limited number of studies evaluating right ventricular functions in patients with essential hypertension. Standard echocardiographic parameters have been used in all those studies, and data on effects of left ventricular hypertrophy (LVH) on right ventricular functions are lacking. This paper seeks the effect of LVH on the right*

**Yazışma adresi:** Uz. Dr. Hüseyin Sürücü. Çakmak mah. Tavukçuyolu cad. No:32 C-2 blok D:36. Ümraniye, İstanbul

Telefon: (0216) 499 19 50

e-posta: huseyinsurucu@hotmail.com

Alındığı tarih: 28 Temmuz 2002, revizyon tarihi: 1 Nisan 2003, kabul tarihi: 1 Nisan 2003

*ventricular functions with standard echocardiography (echo) and pulsed wave tissue Doppler imaging (TDI) in 114 patients with essential hypertension. Findings were compared to 34 healthy subjects who had no systemic disease and negative exercise test, according to the Bruce protocol (group 1). Patients were classified as no LVH in electrocardiography (ECG) and echo (group-2), LVH by echo but not by ECG (group-3) and those who had LVH both by ECG and echo (group-4).*

*None of the standard echocardiographic parameters could detect an abnormality in right ventricular functions due to LVH. However; right ventricular TDI parameters of IVRa speed and Ea deceleration time were higher than in patients with LVH. IVRa speed data collected in right ventricular myocardium (group 4) were greater than in other groups (p 0.01, 0.02 and <0,001, respectively). The Ea deceleration time in group 4 was also prolonged compared to the healthy group and essential hypertension group which had no LVH (P:0.020 and p:0.037). Assuming these changes reflect right ventricular diastolic dysfunction, following results can be concluded: right ventricular functions were influenced by left ventricular hypertrophy and these changes could not be detected by standard echo parameters, and thus it is concluded that LVH in ECG indicates right ventricular diastolic dysfunction. (Arch Turk Soc Cardiol 2003;31:249-61)*

**Key words:** Essential hypertension, right ventricular functions, tissue Doppler imaging

Esansiyel hipertansiyonlu olgularda gelişen SVH'nin genel mortaliteyi dört kat, kardiyovasküler mortaliteyi ise yedi ile sekiz kat artırdığı bilinmektedir<sup>(1)</sup>. Mortalite ve morbitideki artış diyastolik işlev bozukluğu ve SVH'ye ikincil olabilecek miyokard iskemisi, bozulmuş kontraktilite veya aritmi sebebiyle olabilir<sup>(2)</sup>. Bu nedenle esansiyel hipertansiyonlu olgularda yapılan çalışmaların çoğu sol ventrikül işlev bozukluklarına odaklanmıştır. Sağ ventrikül işlevlerinin araştırılması ise ikinci plana itilmiştir. Literatürde esansiyel hipertansiyonlu hastalarda sağ ventrikül işlevlerini inceleyen çalışmaların hepsinde de standart eko parametreleri kullanılmıştır<sup>(3-10)</sup>. Yapılan çalışmalarda pulmoner akım hızının arttığı, pulmoner kapak aselerasyon zaman indeksinin azaldığı<sup>(3)</sup>, sağ ventrikül isovolumik relaksasyon zamanının (İVRZ) uzadığı<sup>(4,9)</sup>, sağ ventrikül doluş akımlarından A dalga hızının ve sağ ventrikül doluş fraksiyonunun arttığı<sup>(5)</sup> bulunmuştur. SVH'nin sağ ventrikül doluş akımlarına olan etkisi literatürde hala tartışma konusu olmaktadır<sup>(5-7)</sup>.

Çalışmamızda sol ventrikül hipertrofisinin sağ ventrikül fonksiyonları üzerine olan etkisi ve klinik yaklaşımda çok sık kullanılan EKG'nin önemi araştırılmış olup, yöntem olarak hem

standart eko, hem de nabız dalgalı DDG parametreleri kullanılmıştır.

## MATERYEL VE METOD

Bu çalışma Eylül 2000 Kasım 2001 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Yaşları 31 ile 85 arasında değişen, göğüs yapısı ekokardiyografik incelemeye izin veren, EKG'sinde sinüs ritmi tespit edilen, JNC VI raporunda<sup>(11)</sup> tanımlanan kriterlere göre esansiyel hipertansiyon tanısı konulmuş ve ilaç kullanan 114 olgu çalışmaya alındı. Tipik angina pectoris anamnezi, anamnez ve/veya EKG'de geçirilmiş miyokard infarktüsü şüphesi, yüksek üre, kreatinin ve açlık kan şekeri düzeyleri, özgeçmişte diabetes mellitus varlığı, EKG'de sinüs ritmi dışındaki ritim özelliği, EKG'de komplet dal bloku, kronik obstruktif akciğer hastalığı (KOAH) anamnezi ve/veya fizik muayene bulguları, eko'da bölgesel duvar hareket bozukluğu gözlenmiş olması ve orta ileri derece kapak yetersizlikleri olanlar çalışma dışı bırakıldı. Olgular EKG ve eko'nda SVH olmayan (grup-2), eko'da SVH saptanmasına rağmen EKG'de olmayanlar (grup-3) ve EKG ve eko'nda SVH saptananlar olarak (grup-4) sınıflandırıldı. Hipertansiyon hastaları ile eşdeğer demografik özelliklere sahip, rutin biyokimya tetkikleri, EKG ve teleradyografi incelemeleri normal olarak

değerlendirilmiş, ventrikül işlevlerini etkileme olasılığı bulunan diabetes mellitus, KOAH ya da bir sistemik hastalık anamnezi olmayan 34 sağlıklı gönüllüye kontrol grubuna dahil edilmeleri amacıyla eko ve egzersiz testi uygulandı. Eksersiz testi Bruce protokolüne göre Nihon Kohden Cardiofax V – ECG 9320 K Cihazı ve Parker Treadmill Co. Model PM yürüme bandı kullanılarak yapıldı. Maksimal efor testi negatif olanlar kontrol grubu olarak kullanıldı. Kontrol grubu da grup-I olarak ifade edildi.

### SVH'nin EKG kriterleri

Çalışmaya dahil edilen tüm bireylerin Nihon Kohden Cardiofax ECG 6551 cihazı ile 12 derivasyonlu EKG kayıtları alındı. Romhilt Estes<sup>(12)</sup> tarafından tanımlanan EKG kriterleri dikkate alınarak yapılan puanlama sisteminde dört ve daha fazla puan alan olgulara elektrokardiyografik SVH tanısı konuldu.

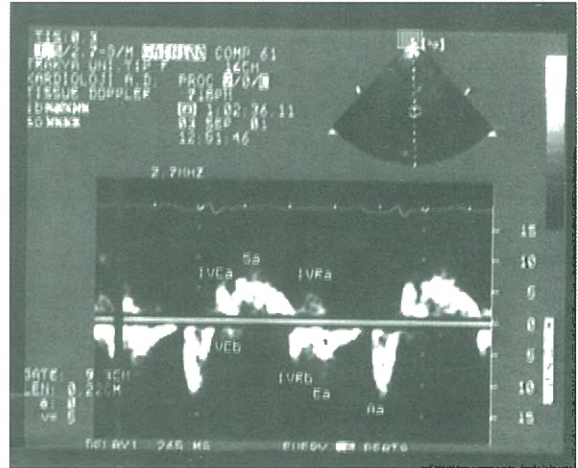
### Standart eko incelemeleri

Sırtüstü ve sol yana yatar konumda, 2,5 Mhz'lik transduser ve Hewlet-Packard Sonos 2500 sistemi ile yapıldı. Ekstrasistolik vuru öncesi ve sonrası görüntülerden kaçınarak ortalama 6 ila 8 vuru değerlendirmeye alındı. Alınan görüntüler daha sonra ölçüm yapılmak üzere SVHS video kasetlere kaydedildi. Kaydedilen görüntülerden en az 3 ardışık ölçüm yapılarak bu ölçümlerin ortalaması alındı. Sol ventrikül diyastol sonu çapı (solVDC), sol ventrikül sistol sonu çapı (solVSC) ve EF parasternal uzun eksen görünümde Teicholtz yöntemi ile ölçüldü<sup>(13)</sup>. Sol ventrikül kitle indeksi Devereux ve ark.<sup>(14)</sup> tarafından tarif edilen formül kullanılarak, Amerikan Ekokardiyografi Cemiyeti (AEC) tarafından önerilen<sup>(15)</sup> parasternal kısa eksen görüntüleri üzerinden ölçüldü. Sol ventrikül kitle indeksinin (SVKİ) erkeklerde 134 gr/m<sup>2</sup>, kadınlarda 110 gr/m<sup>2</sup> ve üzeri bulunması SVH olarak kabul edildi. Parasternal kısa eksen görüntüleri kullanılarak pulmoner kapak üzerinden CW-Doppler ile pulmoner akım hızları, PW-Doppler ile sağ ventrikül doluş akımları incelendi. Bu görüntüler yardımıyla pulmoner arter akım hızı ve hız zaman integralleri (HZİ), pulmoner arter "aselerasyon zaman indeksi", sağ ventrikül ejeksiyon zamanı, pre-ejeksiyon periyodu ve İVRT'si hesaplandı. Apikal dört boşluk görüntüleri

kullanmak suretiyle sağ ventrikül doluş akımları tespit edildi. Bu görüntüler kullanılarak transtriküspit E, A dalga hızları, E-dalga yavaşlama zamanı, bu dalgaların HZİ'leri ve sağ atriyal doluş fraksiyonu hesaplandı.

### Nabız dalgalı DDG ölçümleri

3.5 MHz frekanslı transduser ile, filtre düzeyi 50 Hz'e düşürülerek, transtriküspid akım ve diğer ultrasonografik gürültü sinyallerini bertaraf edebilecek en düşük optimal kazanç ayarlarıyla kaydedildi. Doppler trasesinin hız sınırları mümkün olan en düşük düzeylerde, sıklıkla 20 ile + 20 cm/sn arasında tutuldu. Eş zamanlı EKG kayıtları 100 mm/s hızında alındı. Triküspid lateral anulusunun kalp siklusu boyunca gösterdiği dinamik değişimleri temsil eden pozitif ve negatif hız dalgaları, Doppler örnek hacmi apikal 4 boşluk penceresinde triküspid kapak lateral yaprakçığının sağ ventrikül dış duvarı ile birleştiği köşeye yerleştirilerek kaydedildi. Bu işlemi takiben örnek hacim sağ ventrikül serbest duvarının orta segmentine doğru kaydırıldı ve bu bölgenin DDG spektrumu en uygun Nyquist limitinde kaydedildi (Şekil 1).



Şekil 1: Hipertansif hastalardan alınan miyokarda ait nabız dalgalı DDG örneğidir

Nabız dalgalı DDG parametrelerinden sistolik döneme ait olan İVCa mitral kapağın kapanması, İVCb triküspit kapağın kapanması ile eş zamanlıdır. Sa dalgası ise miyokardın kasılmasını yansıtır, EKG'deki T dalgası

ile birlikte sonlanır. Diyastolik döneme ait İVRa dalgası aort kapağın kapanması, İVRb dalgası triküspit kapağın açıldığı döneme denk gelir. Ea ve Aa dalgaları ise transtriküspit olarak alınan Doppler akım örneklerine benzer.

### İstatistik analizleri

Bilgisayar ortamında SPSS 10:0 versiyonu kullanarak yapıldı. Sonuçlar ortalama  $\pm$  SD şeklinde ifade edildi. Grupların karşılaştırılmasında tek yönlü ANOVA testi kullanıldı. Gözlemciler arası değişkenlik iki farklı kardiyolog tarafından (HS ve OA), gözlem içi değişkenlikler ise bir kardiyolog tarafından (HS) Pearson korelasyon testi kullanılarak araştırıldı. p değerinin 0.05'den küçük olması anlamlı olarak kabul edildi.

### BULGULAR

Çalışmaya alınan olguların temel özellikleri tablo 1'de gösterilmiştir. Esansiyel hipertansiyonlu hasta grupları arasında istatistiksel anlamlı bir sonuç bulunmazken kontrol grubunda kardiyotorasik oran (KTO), sistolik ve diyastolik kan basıncı anlamlı olarak daha düşük bulundu (Tablo 1). Çalışma gruplarının sol ve sağ ventriküle ait standart eko indekslerinin karşılaştırılması tablo 2'de gösterilmiştir. Sol ventrikül kitle indeksi (SVKİ) değerleri, SVH bulguları olmayan grup 2 ile kontrol grubu arasında anlamlı farklılık göstermezken, diğer tüm karşılaştırmalarda en

yüksek düzeyine grup 4'de ulaşacak biçimde istatistiksel anlamlılığa rastlanmaktaydı. Sol ventrikül sistolik ve diyastolik çapları ise grup 2'de grup 3 ve 4'e oranla daha küçük bulundu (SolVŞÇ için p değerleri sırasıyla 0.008, 0.003, SolVDÇ için sırasıyla 0.010, 0.003). Tüm gruplar arasında pulmoner arter hızı, sağ ventrikül ejeksiyon süresi, sağ ventrikül PEP'u, pulmoner arter HZİ'i, sağ ventrikül İVRT'si, pulmoner arter akım hızı aselerasyon zamanı ve aselerasyon indeksi bakımından istatistiksel anlamlılık yaratacak bir fark yoktu. Doppler ekokardiyografik olarak hesaplanan pulmoner arter sistolik basınçlarının gruplar arasında farklı olmadığı görüldü (Tablo 2).

Apikal dört boşluk görüntülerinden elde edilen, sağ ventrikül boyut ve işlevlerini temsil eden parametreler ise Tablo 3'de gösterilmiştir. İki boyutlu görüntülerden elde edilen sağ atriyum, sağ ventrikül sistolik ve diyastolik çapları gruplar arasında farklı değildi. Triküspit kapak üzerinden alınan sağ ventrikül dolu akımlarından E ve A dalga ile bu dalgaların HZİ arasında da bir farklılık bulunamadı (Tablo 3).

Triküspit anulus ve sağ ventrikül serbest duvar seviyelerinden kaydedilen nabız dalgalı DDG spektrumlarının sistolik işlev parametreleri Tablo 4'de gösterilmektedir. Gruplar arasında İVCa, İVCb ve Sa hızları, Q-Sa süresi ve Sa dalgasının HZİ bakımından triküspid anulusu ve sağ ventrikül

**Tablo 1:** Çalışmaya alınan olguların temel özelliklerinin gösterilmesi

Parametreler	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
Olgu sayısı	34	47	38	29
Yaş	50 $\pm$ 7	49 $\pm$ 7	53 $\pm$ 9	53 $\pm$ 10
Erkek cinsiyet (%)	41	43	42	69
VKİ	29 $\pm$ 6	29 $\pm$ 5	30 $\pm$ 5	29 $\pm$ 4
Sistolik KB (mm Hg)	126 $\pm$ 11*	136 $\pm$ 13	137 $\pm$ 17	144 $\pm$ 17
Diyastolik KB (mm Hg)	79 $\pm$ 3*	84 $\pm$ 6	83 $\pm$ 6	83 $\pm$ 7
Kalp hızı (dak)	78 $\pm$ 11	77 $\pm$ 13	74 $\pm$ 12	73 $\pm$ 13
KTO (%)	45 $\pm$ 5**	48 $\pm$ 5	49 $\pm$ 6	51 $\pm$ 5

VKİ: vücut kitle indeksi, KB: kan basıncı, KTO: kardiyotorasik oran \* 3 gruba oranla p<0.05, \*\* Grup 3 ve 4'e oranla p<0.05

miyokardı düzeyinde herhangi bir anlamlı farklılık tespit edilemedi (Tablo 4). Triküspit anulusu ve sağ ventrikül miyokardında kaydedilen diyastolik işlev parametrelerinin karşılaştırılması ise Tablo 5'de gösterilmektedir. Triküspit anulusunun nabız dalgası DDG spektrumunda kaydedilen ve izovolumik relaksasyon döneminin erken fazını

yansıtan pozitif yönlü İVRA dalgası ekokardiyografik SVH'nin esansiyel hipertansiyona eşlik ettiği grup 3 ve 4'de kontrol grubuna oranla artmış bulundu (grup 3 ve 4 için grup 1'e kıyasla sırasıyla  $p=0.007$  ve  $p<0.001$ ). Grup 4 ile grup 3 arasında ise anlamlı bir fark bulunamadı ( $p:0.075$ ) (Tablo 5). Sağ ventrikül

**Tablo 2:** Sol ve sağ ventriküle ait standart ekokardiyografi indeksleri

Parametreler	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
SVDÇ (mm)	47±5	46±5*	49±5	50±7
SVSÇ (mm)	32±4	30±4*	33±5	34±5
EF (%)	69±8	72±7	70±7	69±8
SVKİ ( $gr/m^2$ ) **	89±13	89±16	141±32	167±42
PA zirve hızı (m/sn)	0,9±0,2	0,9±0,2	0,9±0,2	1±0,2
PA - AZ (msn)	107±22	114±29	110±23	110±26
Sağ ventrikül EZ (msn)	273±35	282±38	290±34	286±34
Sağ PEP (msn)	91±15	86±24	90±18	93±21
Sağ AZ indeksi	0,4±0,1	0,4±0,9	0,4±0,8	0,4±0,8
PA - HZİ (cm)	17,9±4	17,6±3,6	18,7±3,7	19,7±3,3
Sağ İVRT (msn)	57±16	59±22	66±22	65±23
PA Sistolik Basınç (mmHg)	13,36±1,64	13,27±1,50	13,36±1,37	13,99±1,86

SVDÇ: sol ventrikül diyastolik çapı, SVSÇ: sol ventrikül sistolik çapı, EF: ejeksiyon fraksiyonu, SVKİ: sol ventrikül kitle indeksi, PA: pulmoner arter, AZ: aselerasyon zamanı, EZ: ejeksiyon zamanı, PEP: preejeksiyon periyot, HZİ: hız-zaman integrali, İVRT: izovolumik relaksasyon zamanı, \*Grup 3 ve 4'e kıyasla  $p < 0.05$ , \*\*Grup 1 2 karşılaştırması dışında tümünde  $p<0.05$ .

**Tablo 3:** Apikal görüntülerden elde edilen sağ ventriküle ait standart ekokardiyografi parametreleri

Parametreler	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
SV diyastolik çapı (mm)	37±5	35±5	37±5	37±5
SV sistolik çapı (mm)	29±5	28±5	29±4	29±5
Sağ atriyum çapı (mm)	32±5	31±5	32±5	32±5
E (m/sn)	0.5±0,1	0,5±0,9	0.5±0.8	0.5±0.1
E - DZ (msn)	252±55	274±70	272±56	271±69
A (m/sn)	0,4±0,1	0,4±0,2	0,4±0,1	0.4±0.1
Sağ ventrikül E/A oranı	1.3±0.3	1.2±0.4	1.2±0.4	1.1±0.3
HZİ E (cm)	8.8±2.7	9.8±2.7	9.3±2.9	9.1±2.4
HZİ A (cm)	4.7±1.7	5.1±2.5	5.2±2.1	5.5±2.0
Atriyal doluş fraksiyonu	0.35±0.11	0.34±0.11	0.36±0.10	0.38±0.10

SV: sağ ventrikül, E ve A: erken ve geç diyastolik akım hızları, DZ: deselerasyon zamanı, HZİ: hız-zaman integrali

miyokardından kaydedilen nabız dalgalı DDG spektrumunda ise İVRa hızı artışının ayırt edici özelliğinin belirginleştiği ve hem EKG hem de ekokardiyografide SVH saptanmasının yanı sıra grup 4 hastalarında diğer tüm gruplara göre anlamlı olarak yüksek olduğu gözlemlendi (grup 3,2 ve 1'e kıyasla sırasıyla p değerleri 0.010, 0.002 ve 0.001). Grup 4'ü grup 1 ve 2'den ayıran bir diğer DDG parametresi yine sağ ventrikül miyokardında ölçülen Ea – DT süresi olmuştur. Bu süre hem EKG hem de ekokardiyografide SVH bulgularına rastlanan grup 4'de sağlıklı bireyler ve SVH olmayan esansiyel hipertansiyon hastalarına göre anlamlı olarak uzamış olduğu bulundu (sırasıyla p=0.020 ve p=0.037) (Tablo 5). İVRa hızı ve Ea- DT süresi hariç diyastolik döneme ait diğer tüm parametrelerin ise gruplar arasında farklı olmadığı görüldü.

İnterventriküler septumun (İVS) sağ ventrikülün bir parçası olduğu kabul edilerek İVS kalınlığı ile sağ ventrikülün diyastolik parametreleri karşılaştırıldı (Şekil 1). İVS kalınlığı ile transtriküspit akımlar arasında bir korelasyon gösterilemezken nabız dalgalı DDG parametrelerinden sağ ventrikül miyokardından elde edilen İVRa hızı, Ea – DT, Aa HZİ ve anuler

seviyedeki İVRa hızı arasında istatistiksel anlamlı olacak biçimde farklılıklar tespit edildi (sırasıyla p değerleri 0.008, 0.011, 0.010 ve 0.004). Sağ ventriküle ait DDG parametrelerinin gözlemciler arası değişkenliği zaman süreleri dikkate alındığında  $r = 0,99$  %5,3, zirve hızları dikkate alındığında ise triküspit lateral anulus seviyesinde  $r = 0,96$  %8,7 ve sağ ventrikül serbest duvarı seviyesinde  $r = 0,88$  %14,9 olarak bulundu. Gözlem içi değişkenlik analizleri ise sağ ventrikül serbest duvarından alınan parametreleri kullanılmış olup, zaman süreleri için  $r = 0,98$  %6,2, zirve hızları için  $r = 0,90$  %11,2 olarak tespit edildi.

## TARTIŞMA

Pek çok çalışmanın sağladığı delillerle iyi biliniyor olan “ventriküller arası diyastolik etkileşim” göz önünde bulundurulduğunda sol ventrikül işlev bozukluklarının sağ kalbi etkileyebileceği fikrine ulaşmak güç değildir<sup>(16-24)</sup>. Ne var ki hipertansiyonda sağ ventrikül işlevlerini etkilenme biçimini inceleyen araştırmaların sayısı şaşırtıcı bir biçimde azdır<sup>(3-10)</sup>. Esasen tarihsel bir perspektiften bakıldığında tüm kalp hastalıklarında

**Tablo 4:** Sağ ventrikül anulus ve sebest duvar üzerinden alınan sistolik döneme ait nabız dalgalı DDG parametreleri

Parametreler	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
An İVCa (cm/sn)	15.0±6.6	14.7±4.3	14.4±4.6	14.4±4.2
An İVCb (cm/sn)	3.8±2.1	4.7±1.9	4.8±2.3	5.0±1.8
An Sa (cm/sn)	14.1±2.8	15.0±2.9	14.4±3.3	15.3±2.5
An Q – Sa (msn)	222±34	215±34	206±42	209±49
An Sa - HZİ (cm)	2.64±0.46	2.69±0.39	2.65±0.57	2.74±0.41
Lat İVCa (cm/sn)	13.4±4.6	13.6±4.9	13.8±4.6	13.7±4.4
Lat İVCb (cm/sn)	4.7±1.4	4.8±1.8	5.5±1.9	5.9±2.3
Lat Sa (cm/sn)	11.7±2.6	12.7±3.4	12.4±4.1	12.4±2.6
Lat Q -Sa (msn)	219±38	214±39	209±53	212±48
Lat Sa - HZİ (cm)	2.02±0.42	2.20±0.36	2.11±0.48	2.13±0.41

An: triküspid anulusu, Lat: sağ ventrikül lateral duvarı, İVCa ve İVCb: izovolumik kontraksiyon döneminin erken negatif ve geç pozitif hız dalgaları Sa: doku Doppler trasesinin sistolik hızı, HZİ: hız-zaman integrali

**Tablo 5:** Sağ ventrikül anulus ve serbest duvar üzerinden alınan diyastolik döneme ait nabız dalgalı DDG parametreleri

Parametreler	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
An İVRa (cm/sn)	2.2±2.6	3.6±2.7	4.1±2.9*	5.7±1.7*
An İVRb (cm/sn)	2.8±4.1	4.8±5.0	3.8±4.5	5.0±4.6
An Ea (cm/sn)	13.7±3.8	14.3±3.6	14.3±3.4	12.9±3.8
An Ea - DZ (msn)	154±61	162±42	185±53	178±58
An Ea - HZİ (sn)	2.2±0.7	2.3±0.6	2.4±0.7	2.2±0.7
An Aa (cm/sn)	18.3±4.4	17.5±4.8	17.7±4.6	18.5±6.4
An Aa - DZ (msn)	85±15	84±15	90±23	92±21
An Aa - HZİ (sn)	1.8±0.4	1.6±0.4	1.7±0.4	1.9±0.5
An Q - Ea (msn)	529±59	552±56	542±55	552±63
An Q - Aa (msn)	765±124	823±130	833±140	835±139
Lat İVRa (cm/sn)	3.6±2.1	4.9±2.4	5.0±2.5	6.8±1.8**
Lat İVRb (cm/sn)	5.8±4.4	7.3±3.8	6.4±4.5	7.2±3.2
Lat Ea (cm/sn)	11.3±2.3	12.8±5.6	11.8±2.9	11.8±2.7
Lat Ea - DZ (msn)	138±51	142±37	160±48	171±47***
Lat Ea - HZİ (sn)	1.7±0.5	1.8±0.6	1.9±0.6	1.8±0.4
Lat Aa (cm/sn)	15.7±3.8	15.6±5.4	16.9±5.5	17±4.8
Lat Aa - DZ (msn)	69±15	73±19	70±16	75±21
Lat Aa - HZİ (sn)	1.5±1.4	1.2±0.4	1.3±0.4	1.5±0.4
Lat Q - Ea (msn)	548±56	565±56	565±54	563±48
Lat Q - Aa (msn)	776±130	823±135	858±134	837±139

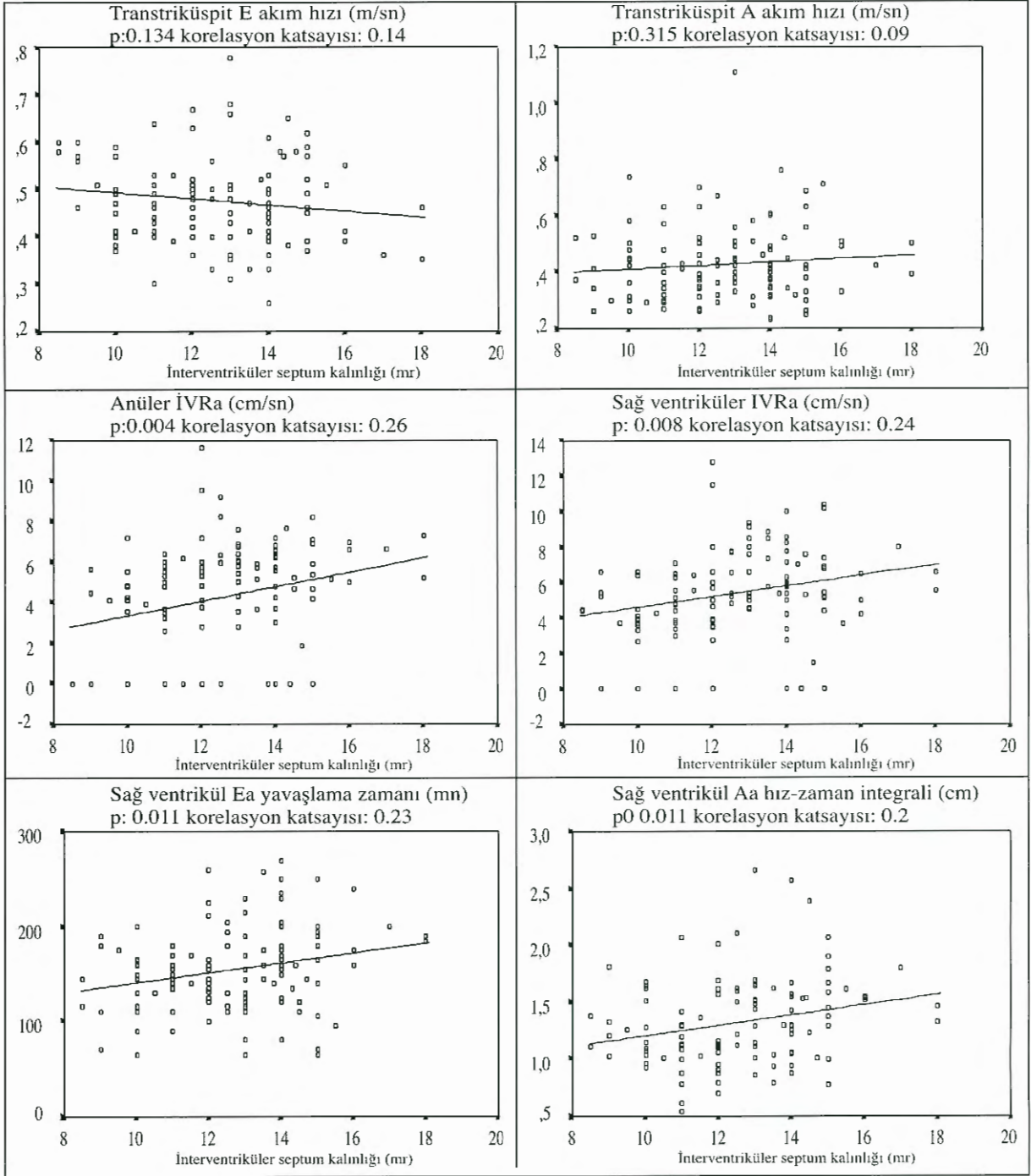
An: triküspid anulusu, Lat: sağ ventrikül lateral duvarı, İVRa ve İVRb: izovolumik relaksasyon döneminin erken pozitif ve geç negatif hız dalgaları, Ea ve Aa: doku Doppler trasesinin erken ve geç diyastolik hızları, HZİ: hız-zaman integrali, DZ: deselerasyon zamanı, \*Grup 1'e kıyasla p<0.05, \*\*tüm gruplara kıyasla p<0.05, \*\*\*Grup 1 ve 2'ye kıyasla p<0.05

sağ kalbin solun gölgesinde kalmış olduğu görülür ki Rigolin ve ark.<sup>(25)</sup> sağ ventrikülü konu alan makalelerinde “unutulmuş odacık” başlığını kullanmışlardır. Öneminin farkına primer olarak işlevlerinin bozulduğu sağ ventrikül miyokard infarktüsü ve kor pulmonale gibi durumlarda vardığımız sağ ventrikül, son zamanlarda işlevlerinin başta ağır kalp yetersizliğinde prognozu belirlediğinin gösterilmesi ile yeniden gündeme gelmektedir<sup>(4,9,26-34)</sup>.

Çalışmamızda da esansiyel hipertansiyonlu hastalarda gelişen SVH'nin sağ ventrikül fonksiyonları üzerine olan etkisi incelenmiştir. Araştırmaya dahil ettiğimiz tüm grupların temel özellikleri bakımından benzer özelliklere sahip

olmasına özen gösterilmiştir. Böylelikle esansiyel hipertansif olguların kontrol grubunun sağlıklı bireyleri ile karşılaştırılabilir olması sağlanmıştır. Temel özellikler açısından gruplar arasında tek farklılık kan basıncı düzeylerinde görülmüş, çalışma grubundaki olgularda (grup 2,3,4) kontrol grubuna göre (grup 1) daha yüksek düzeylere rastlanmıştır. Bu sonuç çalışmanın kurgusu dikkate alındığında beklenen bir farklılık olarak kabul edilmelidir.

Standart ekokardiyografi ile elde edilen bulguların yorumlanmasında parasternal ve apikal görüntülerden elde edilenler şeklinde ikiye ayrılarak incelenebilir. Parasternal pencereden elde edilen bulgulara göre tüm grupların sol



Şekil 1: İnterventriküler septum kalınlığı ile sağ ventrikül transtriküspit akımları ve nabız dalgalı DDG parametreleri arasındaki ilişkinin gösterilmesi

ventrikül ejeksiyon fraksiyonları açısından benzer özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Böylelikle sol ventrikül sistolik işlev bozukluğuna bağlı sağ ventrikül işlevlerinin etkilenme olasılığı

azaltılmaya sadece SVH'nin etkileri incelenmeye çalışılmıştır. Sağ ventrikül pulmoner arter akım hızı, pulmoner arter HZİ, akım hızı aselerasyon süresi ve aselerasyon zaman indekslerin bütün



gruplar arasında farklı olmadığı görülmüştür. Pulmoner arter basıncı da Doppler ekokardiyografik olarak hesaplanmış, gruplar arasında farklı olmadığı görülmüştür. Pulmoner arter basınçlarının farklı olmaması da SVH'nin sağ ventrikül işlevlerine olan etkisini değerlendirmek açısından önemli bir bulgudur. Çünkü bu sonuç etkileşimin pulmoner arter yoluyla değil de interventriküler septum yoluyla olduğunu göstermesi açısından değerli olabilir. Diyastolik parametre olan sağ ventrikül İVRT'si ölçülmüş, bu parametrede de anlamlı bir fark bulunamamıştır. Literatürdeki bu konuya ait tek yayın Mittal ve ark.<sup>(3)</sup> tarafından yapılmıştır. Bu yayında tedavi almayan orta derecedeki 31 esansiyel hipertansiyonlu olguda karşılaştırılabilir özelliklere sahip kontrol gurubuna göre sağ ventrikül pulmoner akım hızının arttığı ve pulmoner akım hızı aselerasyon zamanının ise azaldığı gösterilmiş, SVH'sinin sağ ventrikül işlevleri üzerine olan etkileri ise adı geçen yayında incelenmemiştir. Apikal görüntülerde ise öncelikle sağ atriyum çapı, sağ ventrikül sistolik ve diyastolik çapları ölçülmüş, gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir. Çalışmamızda ayrıca sağ ventrikül doluş akımları da incelenmiş, Ve akım hızı, Va akım hızı, Ve akım hızı yavaşlama zamanı, bu dalgaların HZİ'leri, ve sağ atriyum doluş fraksiyonu gruplar arasında karşılaştırılmıştır. Sayılan bu parametrelerin hiç birinin gelişen SVH'den etkilenmediği görülmüştür. Oysa Spring ve ark.<sup>(7)</sup> hipertansif olgularda sağ ventrikül diyastolik işlevlerini araştırmışlar ve sol ventrikül kitlesi ile triküspit doluş akımlarının değiştiğini, Ve azalırken Va'nın arttığını bulmuşlardır. Benzer bir çalışmanın sonucunda Cuspidi ve ark.'<sup>(6)</sup> aynı yorumu yapmışlardır. Literatürde aksi görüş bildiren yayınlar da vardır. Örneğin Habib ve ark.'<sup>(10)</sup> tedavi edilmemiş 43 esansiyel hipertansiyonlu olguda triküspit doluş akımlarını 42 kontrol gurubu olgusu ile karşılaştırmış, sol ventrikül kitlesi ile sağ ventrikül doluş akımları arasında bir bağlantı bulamamışlardır. Bu yönüyle çalışmamızda ulaşılan sonuçlar Habib ve ark.'<sup>(10)</sup> çalışmalarına benzemektedir. Çalışmamızın

sonuçlarına göre esansiyel hipertansiyonlu olgularda gelişen SVH'sinin standart ekokardiyografi parametreleri ile tespit edilebilecek sağ ventrikül sistolik ve diyastolik işlevlerinde bir bozukluğa yol açmadığı yorumu yapılabilir. Çalışmamızın temel metodu olan nabız dalgalı DDG yöntemi literatürde ilk kez inferior miyokard infarktüsü<sup>(28)</sup>, kalp transplantasyonu<sup>(35)</sup>, kronik obstruktif akciğer hastalığı<sup>(36)</sup>, kistik fibrozis<sup>(37)</sup>, sağlıklı çocuklarda<sup>(38)</sup> ve ileri derecede sol kalp yetersizliğinde<sup>(39)</sup> sağ kalbe uyarlanmıştır; esansiyel hipertansiyonda ilk kez kullanılmış olması çalışmamızın özgünlüğünü sağlamaktadır. Caso ve ark.'<sup>(36)</sup> KOAH tanısı almış fakat pulmoner hipertansiyon gelişmeyen 20 olgu ile hem KOAH tanısı almış hem de pulmoner hipertansiyon gelişmiş 23 olguyu sağlıklı 20 bireyle karşılaştırmış, sağ ventrikül işlevlerini nabız dalgalı DDG yöntemi ile triküspit anulus seviyesinde incelemiştir. Bu çalışmanın sonucunda nabız dalgalı DDG parametrelerinin (özellikle E/Ea oranının) pulmoner arter basıncı ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Ionescu ve ark.'<sup>(37)</sup> da kistik fibrozis tanısı alan olgularda sağ ventrikül anulus seviyesinden alınan nabız dalgalı DDG parametrelerini sağlıklı bireylerle karşılaştırmıştır. Bu olgularda Sa hızında azalma ve izovolumik relaksasyon periyodunda uzama tespit edilmiş, bu değişikliklerin de akut faz reaktanları (CRP ve interlökin-6) ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu iki yayın sağ ventrikül anulus seviyesinden alınan nabız dalgalı DDG parametrelerinin hem sağ kalp boşlukları içindeki basınç ile hem de pulmoner arter sistemini tutan inflamatuvar hastalığın aktivasyonu ile ilişkili olduğunu göstermesi bakımından ilgi çekicidir. İskemik kalp hastalığı tanısı konan olgularda sağ ventrikül işlevleri ise Alam ve ark.'<sup>(28)</sup> tarafından incelenmiştir. İlk kez inferiyor miyokard enfarktüsü geçiren olgular ilk kez anteriyor miyokard enfarktüsü geçiren olgularla karşılaştırılmış, aynı yaş gurubunda olan sağlıklı bireylerde kontrol gurubu olarak kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarında inferiyor miyokard enfarktüsü geçiren olgularda triküspit anulusu

Sa hızının hem anteriyor miyokard enfarktüsü geçiren olgulara hem de sağlıklı bireylere göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Aynı çalışmada inferiyor miyokard enfarktüsü geçiren hastaların beraberinde sağ ventrikül tutulumu olan alt gurubunda tirküspit anulusu Sa ve Ea hızlarının daha düşük olduğu gösterilmiştir. Meluzin ve ark.<sup>(39)</sup> ileri derecede kalp yetersizliği tanısı almış 44 olguda sağ ventrikül işlevlerini nabız dalgalı DDG yöntemi ile incelemişler sonuçları hem standart ekokardiyografi ile hem de "first-pass" radyonüklid ventrikülografi ile karşılaştırmışlardır. Triküspit anulusu seviyesinden ölçülen Sa hızı ve Q-Sa süre aralığının sistolik, Ea hızının ve Ea/Aa oranının azalmasını da diyastolik işlev bozuklukları ile uyumlu olduğunu göstermişlerdir. Esansiyel hipertansiyonlu olgularda gelişen SVH'nin sağ ventrikül fonksiyonları üzerine olan etkisini araştırdığımız bu çalışmada sağ ventrikül sistolik döneme ait nabız dalgalı DDG parametrelerinin SVH'den etkilenmediği gözlenmiştir. Oysa diyastolik parametreler incelendiğinde ise gruplar arasında bazı farklılıklar dikkat çekmektedir. En önemli değişiklik izovolumik relaksasyon dönemine ait İVRA dalgasında gözlenmiştir. Özellikle sağ ventrikül serbest duvarından alınan ölçümlerde İVRA hızının hem EKG'de hem de eko'da SVH gösteren olgularda bütün guruplara göre anlamlı oranda yüksek olduğu görülmüştür. Bu farklılığın sebebi sağ ventrikülün sol ventrikülün aksine septum yönünden daha ziyade taban-tepe ekseninde kasılıp gevşemesine bağlı olabilir. Taban-tepe ekseninde kasılıp gevşemesinin mekanizmasını da Rusmer ve ark.<sup>(40)</sup> sağ ventrikülün serbest duvar miyokardının büyük çoğunlukla longitudinal dizilimli kas liflerinden oluşmasıyla açıklamışlardır. Grup-3 ile grup-4 arasında İVRA hızının farklı oluşu sağ ventrikül diyastolik işlev bozukluklarının gösterilmesinde EKG'nin de önemli olabileceğini düşündürmektedir. Bu sonuç EKG'de saptanan SVH'nin sağ ventrikül diyastolik işlev bozukluğunu işaret etmesi bakımından ilgi çekicidir.

Çalışmamızda İVRA dalga hızlarını kullanarak elde ettiğimiz sonuçları destekler bir başka sonuç ise sağ ventrikül serbest duvarından elde edilen Ea-DT süresi incelendiğinde görülmüştür. EKG ve ekokardiyografide SVH bulunan grupta Ea-DT süresi hem EKG ve ekokardiyografisinde SVH bulunmayan gruba ve kontrol grubuna göre daha uzun bulunmuştur. Diğer diyastolik parametrelerin ise guruplar arasında farklı olmadığı tespit edilmiştir. Benzer bir çalışma Dağdelen ve ark.<sup>(41)</sup> tarafından 35 olguda ve Balcı ve ark.<sup>(42)</sup> tarafından da 50 olguda hipertansif hastalarda sol ventrikül için yapılmış, Ea-DT süresindeki uzamanın diyastolik fonksiyon bozukluğunu yansıttığı bulunmuştur. Bu sonuç ile beraber diyastolik işlevlerin ilk önce isovolumik relaksasyon zamanında bozulduğu bilgisi<sup>(37,43)</sup> birleştirildiğinde çalışmamızda elde edilen sonucun sağ ventrikül diyastolik işlev bozukluğunu yansıttığı sonucuna varılabilir. İsovolumik relaksasyon dönemine ait İVRA dalgasındaki değişiklikte bu sonucu destekler niteliktedir.

İVS'nin sağ ventrikülün bir parçası olarak kabul edildiğinde, İVS kalınlığı arttıkça sağ ventrikül işlevlerinin değişmesi gerektiği beklenebilir. Çalışmamızda İVS kalınlığı ile sağ ventrikül diyastolik işlev parametreleri karşılaştırılmış, standart ekokardiyografi parametrelerinden transmitral akımların etkilenmediği oysa DDG parametrelerinden sağ ventrikül seviyesindeki İVRA hızının, Ea-DT'nin ve Aa HZİ'nin anlamlı olarak etkilendiği tespit edilmiştir. Bu sonuçta esansiyel hipertansiyonlu olgularda gelişen SVH'nin sağ ventrikül işlevlerinin etkilediği ve bu değişikliklerinde en iyi nabız dalgalı DDG parametreleri tespit edilebildiğini teyit etmektedir. Çalışmamızın sınırlayıcı unsurları ise iki başlık altında toplanabilir. Birincisi çalışmaya alınan olgularda kullanılan ilaçların homojen olmaması nedeniyle değerlendirmeye alınmamış olmasıdır. İkinci önemli sınırlayıcı unsur ise hipertansif olgularda beraberinde çok sık rastlanan koroner arter hastalığının dışlanması aşamasında rastlanmıştır. Çalışmamıza tipik angina pectoris

tanımlayan, EKG'sinde miyokard enfarktüsü geçirdiği şüphesi uyandıran ve ekokardiyografisinde segmenter duvar hareket bozukluğu olan olgular alınmamakla beraber iskemik kalp hastalığı tanısı için altın standart olan koroner anjiyografi ile dışlanmamıştır. Şikayeti olmayan hastalara sırf dışlama kriteri olarak koroner anjiyografi yapılması ise etik bulunmamıştır. Diğer non-invaziv testler ise bu grup hastalarda özgüllüklerinin düşük olması nedeniyle yöntemlere dahil edilmemiştir. Çalışmamızın sonucunda esansiyel hipertansiyonlu hastalarda gelişen SVH'nin sağ ventrikül diyastolik işlevlerini bozduğu, bu değişikliklerin de standart eko parametrelerinden daha çok nabız dalgalı DDG parametreleri ile tespit edildiği ve EKG'de saptanan SVH'nin sağ ventrikül diyastolik işlev bozukluğuna işaret ettiği söylenebilmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Kannel WB, Cobb J: Left ventricular hypertrophy and mortality-results from the Framingham Study. *Cardiology* 1992;81:291-8
2. Kültürsay H: Hipertansiyon ve kalp. *T Klin Kardiyol* 2000;13:340-2
3. Mittal SR, Barar RV, Arora H: Echocardiographic evaluation of left and right ventricular function in mild hypertension. *Int J Card Imaging* 2001;17:263-70
4. Larrazet F, Pellerin D, Fournier C, Witchitz S, Veyrat C: Right and left isovolumic ventricular relaxation time intervals compared in patients by means of a single-pulsed Doppler method. *J Am Soc Echocardiogr* 1997; 10:699-706
5. Pepi M, Galli C, Maltagliati A, Tamborini G, Fiorentini C, Guazzi MD: Anomalies of diastolic filling common to both ventricular cavities in hypertension. *Cardiologia* 1989;34:635-41
6. Cuspidi C, Sampieri L, Boselli L, Angioni L, Bragato R, Leonetti G: Morphofunctional characteristics of the left ventricle in arterial hypertension: echocardiographic and Doppler study. *G Ital Cardiol* 1990;20:300-8
7. Spring A, Kosmala W, Jolda-Mydlowska B, Witkowska M: Right ventricular diastolic dysfunction and its relation to left ventricular performance in patients with hypertension. *Pol Arch Med Wewn* 1997;97:323-32
8. Yu CM, Sanderson JE, Chan S, Yeung L, Hung YT, Woo KS: Right ventricular diastolic dysfunction in heart failure. *Circulation* 1996;93:1509-14
9. Eren M, Dağdeviren B, Bolca O, Polat M, Gürlertop Y, Norgaz T ve ark. Sağ ve sol ventrikül izovolumetrik gevşeme zamanlarının elektrokardiyografi ve pulsed Doppler ekokardiyografi ile karşılaştırılması. *Türk Kardiyol Dern Arş* 1999;27:352-8
10. Habib GB, Zoghbi WA: Doppler assessment of right ventricular filling dynamics in systemic hypertension: comparison with left ventricular filling. *Am Heart J* 1992;124:1313-20
11. Guidelines Subcommittee of the World Health Organization: World Health Organization-International Society of Hypertension Guidelines for the Management of Hypertension. *J Hypertens* 1999;17:151-83
12. Romhilt DW, Estes EH Jr : A point-score system for the ECG diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Am Heart J* 1968;75:752-8
13. Feigenbaum H: Echocardiographic Evaluation of Cardiac Chamber. In: Feigenbaum H (Ed.). *Echocardiography*. 5 th ed. Baltimore: Williams Wilkins, 1994;C3:134-180
14. Devereux RB, Alonso DR, Lutas EM, Gottlieb GJ, Campo E, Sachs I, et al : Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. *Am J Cardiol* 1986;15:57:450-8
15. Schiller NB, Shah PM, Crawford M, DeMaria M, DeMaria A Devereux RB et al: Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. American Society of Echocardiography Committee on Standards, Subcommittee on Quantitation of Two-Dimensional Echocardiograms. *J Am Soc Echocardiogr* 1989;2:358-67
16. Henderson Y, Prince AL: The relative systolic discharge of right and left ventricles and their bearing on pulmonary congestion and depletion. *Heart* 1914;5:217-26
17. Taylor PR, Cowell JW, Sonnenblick EH et al: Dependence of ventricular distensibility on filling of opposite ventricle. *Am J Physiol* 1967;213:711-18
18. Dexter L: Atrial septal defect. *Br Heart J* 1965;15:209-25
19. Weyman AE, Wann S, Feigenbaum H, Dillon JC: Mechanism of abnormal septal motion in patients with

- right ventricular volume overload: a cross-sectional echocardiographic study. *Circulation* 1976;54:179-86
20. Janicki JS, Weber KT: The pericardium and ventricular interaction, distensibility, and function. *Am J Physiol* 1980;238:494-503
  21. Ludbrook PA; Byrne JD, Kurnik PB, McKnight RC: Influence of reduction of preload and afterload by nitroglycerin on left ventricular diastolic pressure-volume relations and relaxation in man. *Circulation* 1977;56:937-43
  22. Hoffman D, Sisto D, Frater RW, Nikolovic SD: Left-to-right ventricular interaction with a noncontracting right ventricle. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994;107:1496-502
  23. Woodard JC, Chow E, Farar DJ: Isolated ventricular systolic interaction during transient reductions in left ventricular pressure. *Circ Res* 1992;70:944-51
  24. Damiano RJ, La Follette P Jr, Cox JL, Lowe JE, Santamore WP: Significant left ventricular contribution to right ventricular systolic function. *Am J Physiol* 1991;261:1514-24
  25. Rigolin VH, Robiolio PA, Wilson JS, Harrison JK, Bashore TM: The forgotten chamber: the importance of the right ventricle. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1995;35:18-28
  26. Hoffmann R, Hanrath P: Tricuspid annular velocity measurement. Simple and accurate solution for a delicate problem? *Eur Heart J* 2001;22:280-2
  27. Alam M, Samad BA, Hedman A, Frick M, Nordlander R: Cardioversion of atrial fibrillation and its effect on right ventricular function as assessed by tricuspid annular motion. *Am J Cardiol* 1999;15;84:1256-8
  28. Alam M, Wardell J, Andersson E, Samad BA, Nordlander R: Right ventricular function in patients with first inferior myocardial infarction: assessment by tricuspid annular motion and tricuspid annular velocity. *Am Heart J* 2000;139:710-5
  29. Karatasakis GT, Karagounis LA, Kalyas PA, Manginas A, Athanassopoulos GD, Aggelakas SA et al : Prognostic significance of echocardiographically estimated right ventricular shortening in advanced heart failure. *Am J Cardiol* 1998;1;82:329-34
  30. Arınç HA, Oğuzhan Y, Çiçek E, Seyfeli A, Gür M, Başar E ve ark : Doku Doppler ekokardiyografi ile saptanan sağ ventrikül hızları önyükten bağımsızdır? *Türk Kardiyol Dern Arş XVII. Ulusal kardiyoloji kongresi bildiri özetleri kitapçığı*. 2001;29. P 180
  31. Kaul S, Tei C, Hopkins JM, Shah PM. Assessment of right ventricular function using two-dimensional echocardiography. *Am Heart J* 1984;107:526-31
  32. Alam M, Samad BA. Detection of exercise-induced reversible right ventricular wall motion abnormalities using echocardiographic determined tricuspid annular motion. *Am J Cardiol* 1999;1:83:103-5
  33. Willenheimer R, Cline C, Erhardt L, Israelsson B. Left ventricular atrioventricular plane displacement: an echocardiographic technique for rapid assessment of prognosis in heart failure. *Heart* 1997;78:230-6
  34. Karatasakis GT, Karagounis LA, Kalyvas PA, Manginas A, Athanassopoulos GD, Aggelakas SA, Cokkinos DV. Prognostic significance of echocardiographically estimated right ventricular shortening in advanced heart failure. *Am J Cardiol* 1998;1:82:329-34
  35. Sundereswaran L, Nagueh SF, Vardan S, Mideddleton KJ, Zoghi WA, Quinones MA et al : Estimation of left and right ventricular filling pressures after heart transplantation by tissue Doppler imaging. *Am J Cardiol* 1998;1:82:352-7
  36. Caso P, Galderisi M, Cicala S, Cioppa C, D'andrea A, Lagioia G et al: Association between myocardial right ventricular relaxation time and pulmonary arterial pressure in chronic obstructive lung disease: Analysis by pulsed Doppler tissue imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2001;14:970-7
  37. Ionescu AA, Ionescu AA, Payne N, Obieta-Fresnedo I, Fraser AG, Shale DJ: Subclinical right ventricular dysfunction in cystic fibrosis. A study using tissue Doppler echocardiography. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:1212-18
  38. Hiarada K, Orino T, Yasuoka K, Tamura M, Takada G: Tissue doppler imaging of left and right ventricles in normal children. *Tohoku J Exp Med* 2000;191:21-9
  39. Meluzin J, Spinarova J, Bakala J, Toman J, Krejci J, Hude P: Pulsed Doppler tissue imaging of the velocity of tricuspid annular systolic motion; a new, rapid, and non-invasive method of evaluating right ventricular systolic function. *Eur Heart J* 2001;22:340-8
  40. Rusmer RF, Crystal DK, Wagner C. The functional anatomy of ventricular contraction. *Circulation Research*. 1953;1:162-70
  41. Dağdelen S, Eren N, Karabulut H, Akdemir İ, Ergelen M, Akçay M: Sol ventrikül hipertrofisi ile diyastolik

- fonksiyonları arasındaki ilişkinin yeni ekokardiyografik yaklaşımlarla değerlendirilmesi. Türk Kardiyol Dern Arş 2001;29:178-82
42. Balcı B, Yazıcı M, Yılmaz Ö, Yeşildağ O. Hipertrofisi olan ve olmayan hipertansif hastalarda doku Doppler yöntemi ile elde edilen mitral anüler velositelerin değerlendirilmesi. Türk Kardiyol Dern Arş 2002;30:4-12
43. Bhargava V, Sunnerhagen KS, Rashwan M, Podolin RA, Shabetai R: Detection and quantitation of ischemic left ventricular dysfunction using a new video intensity technique for regional wall motion evaluation. Am Heart J 1990;120:1058-72