T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
KARDİYOLOJİ ANABİLİM DALI

SAĞ VENTRİKÜL SİSTOLİK FONKSİYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE YENİ BİR EKOKARDİYOGRAFİK METOD

Dr. Canan ARPACIK KARGI

Tez Yöneticisi
Yrd. Doç. Dr. Enbiya AKSAKAL

Uzmanlık Tezi
ERZURUM - 2010

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
İÇİNDEKİLER	I
ONAY	III
TEŞEKKÜR	IV
ÖZET	V
SUMMARY	VI
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Sağ Ventrikülün Anatomisi	2
2.2. Sağ Ventrikülün Fizyolojisi	2
2.3. Sağ Ventrikül Fonksiyonlarının Değerlendirilmesinin Klinik Önemi	4
2.3.1. Sağ Ventrikülde Basınç Yüklenmesi	5
2.3.2. Sağ Ventrikülde Hacim Yüklenmesi	6
2.3.3. Sağ Ventriküler Miyokardiyal Fonksiyon Bozukluğu	6
2.3.3.a. Sağ Ventrikülde Miyokard İnfarktüsü	6
2.3.3.b. Aritmojenik Sağ Ventrikül Kardiyomiyopatisi	7
2.3.4. Kardiyopulmoner Transplantasyon	7
2.4. Sağ Ventrikül Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi	7
2.4.1. Radyonüklid Teknikler	7
2.4.1.a. Multiple Gated Equilibrium Radionuclide Angiography	7
2.4.1.b. First Pass Radionuclide Angiography	7
2.4.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme	8
2.4.3. Kalp Kateterizasyonu	8
2.4.4. Ekokardiyografi	8
2.4.4.a. Sağ Ventrikül'ün Ekokardiyografik İnceleme Planları	9
2.4.4.b. Sağ Ventrikül'ün Değerlendirilmesinde Kullanılan Temel Ekokardiyografik Metodlar	10
2.4.4.c. Sağ Ventrikül Hacminin Hesaplanmasında Kullanılan Ekokardiyografik Yöntemler	12

2.4.4.d. Sağ Ventrikül Sistolik Fonksiyonlarının Değerlendirmesinde Kullanılan Ekokardiyografik Yöntemler 14
2.4.4.e. Sağ Ventrikül Diyastolik Fonksiyonlarının Ekokardiyografik Değerlendirmesi 15
2.4.4.f. Miyokardiyal Performans İndeksi 16
3. MATERYAL VE METOD 18
4. BULGULAR 21
5. TARTIŞMA 27
6. SONUÇ 32
7. KAYNAKLAR 33

ONAY

Kardiyoloji Anabilim Dalı araştırma görevlilerinden Dr. Canan ARPACIK KARGI'ya ait "Sağ Ventrikül Sistolik Fonksiyonlarının Değerlendirilmesinde Yeni Bir Ekokardiyografik Metod" konulu tez çalışması Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'nun 11.05.2007 tarih 5 nolu oturum ve 39 nolu kararı, Dahili Tıp Bilimleri Bölüm Kurulu'nun 10.12.2009 tarih 7 nolu oturum ve 115 nolu kararı ile onaylanmıştır.

TEŞEKKÜR

İhtisas eğitimim süresince her türlü bilgi ve beceriyi kazanmamda büyük emekleri geçen sayın hocalarım; Prof. Dr. Necip ALP, Prof. Dr. Hüseyin ŞENOCAK, Prof. Dr. Sebahattin ATEŞAL, Prof. Dr. Şule KARAKELLEOĞLU, Prof. Dr. Kemal EROL, Prof. Dr. Mahmut AÇIKEL, Doç. Dr. Yekta GÜRLERTOP, Doç. Dr. Serdar SEVİMLİ, Yrd. Doç. Dr. Şakir ARSLAN, Yrd. Doç. Dr Fuat GÜNDOĞDU ve tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Enbiya AKSAKAL'a, ihtisasım boyunca beraber çalıştığım araştırma görevlisi arkadaşlarıma, bana her zaman destek olan aileme, eşime ve oğluma teşekkür ederim.

Dr. Canan ARPACIK KARGI

ÖZET

Sağ ventrikül (RV) fonksiyonlarının değerlendirilmesinde ekokardiyografi, radyonüklid teknikler, kalp kateterizasyonu ve manyetik rezonans görüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır. Ancak ekokardiyografi non-invaziv, kolay ulaşılabilir, tekrarlanabilir ve ucuz olması nedeni ile sık kullanılan bir yöntemdir.

Biz bu çalışmamızda doku Doppler tekniği ile elde edilen triküspit anuler seviye velositesinin, RV çıkış yolu akım velositesine oranının (ORA) ve RV serbest duvar sistolik velositesinin, RV çıkış yolu akım velositesine oranının (ORS) RV sistolik fonksiyonlarınının değerlendirilmesindeki yeri diğer ekokardiyografik yöntemlerle karşılaştırarak araştırıldı. Çalışmaya RV hacim yüklenmesi olan 24 hasta (grup 1), RV basınç yüklenmesi olan 19 hasta (grup 2) ve kontrol grubu olarak da 19 sağlıklı kişi (grup 3) alındı.

Her üç grubun demografik özellikleri benzerdi. Elde ettiğimiz velosite oranları diğer RV sistolik fonksiyon belirteçleri [triküspit anuler plan sistolik yer değiştirme (TAPSY), RV ejeksiyon fraksiyonu (RVEF), RV alan değişimi (RVAD) ve miyokard performans indeksi (MPİ)] ile karşılaştırıldı. Grup 1 ile grup 2 karşılaştırıldığında TAPSY ve RVAD arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.05$). Gruplar arasında RV ejeksiyon fraksiyonu ve miyokard performans indeksi için anlamlı fark yoktu ($p>0.05$). Tüm bu belirteçler ile ORA ve ORS arasında korelasyon tespit edilmedi. Grup 1 ve grup 2'de TAPSY ile ORA ($r=0.65$, $p<0.05$ ve $r=0.59$, $p<0.05$) ve ORS ($r=0.61$, $p<0.05$ ve $r=0.55$, $p<0.05$) arasında pozitif korelasyon bulunurken, grup 3'de korelasyon tespit edilmedi.

Sonuçta RV sistolik fonksiyonlarınının değerlendirilmesinde triküspit anuler seviye ve RV serbest duvar sistolik velositesinin RV çıkış yolu velositesine oranının ölçülmesinin, RV yüklenmesi olan bireyleri sağlıklı bireylerden ayırmada yetersiz olduğunu, sadece RV yüklenmesi gruplarında TAPSY ile ilişkisi olduğu tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Sağ ventrikül, sistolik fonksiyonlar, Doppler ekokardiyografi

A NOVEL ECHOCARDIOGRAPHIC METHOD FOR ASSESSMENT OF RIGHT VENTRICULAR SYSTOLIC FUNCTION

SUMMARY

For the assessment of right ventricular (RV) functions, echocardiography, radionuclide techniques, cardiac catheterization and magnetic resonance imaging are all used. However, echocardiography is used more frequently because of its being non-invasive, easy to reach and cheap.

In our study, we investigated the place of the ratio of tricuspid annular level and RV free wall systolic velocity to RV outflow tract velocity (RA and RF, respectively) in the evaluation of RV systolic functions by comparing them with the other echocardiographic methods. We included 24 patients with volume overload of RV (group 1), 19 patients with pressure overload of RV (group 2) and 19 healthy control subjects (group 3) in this study.

All groups had similar demographic properties. The ratio of velocities that we have obtained was compared with the markers of systolic functions of RV [RV area change (RVAC), tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE), RV ejection fraction and myocardial performance index (MPI)]. There was a significant difference between group 1 compared with group 2 in terms of TAPSE and RVAC ($p<0.05$). There were no significant differences among the all groups for the RV ejection fractions and MPI values ($p>0.05$). No correlation was observed between all of those parameters with the RA and RF. While there was a positive correlation between TAPSE with the RA ($r=0.65$, $p<0.05$ and $r=0.59$, $p<0.05$), and TAPSE with RF ($r=0.61$, $p<0.05$ and $r=0.55$, $p<0.05$) in groups 1 and 2 ,no correlation was found in group 3.

As a result, it was established that measuring the ratio of tricuspid annular level and RV free wall systolic velocity to RV outflow tract velocity in order to evaluate the RV systolic functions was insufficient in distinguishing patients with RV overload from healthy individuals and that these ratios were only related with TAPSE in the RV overload groups.

Key Words: Doppler echocardiography, Right ventricle, Systolic functions

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Sağ ventrikül (RV), sağ atriyum (RA) vasıtasıyla kendisine gelen venöz kanı pulmoner vasküler sisteme pompalayarak dolaşım sisteminin sürekliliğine katkıda bulunan kompleks bir boşluktur (1).

RV'nin ekokardiyografik değerlendirilmesi kolay değildir. Bunun nedeni RV'nin anatomik olarak sternumun tam arkasında yer alması, olağan dışı geometrik şekli, pürüzlü endokardiyal yüzeyi ve kompleks bir kasılma mekanizmasına sahip olmasıdır (2, 3). Ayrıca RV fonksiyonları solunumdan, pulmoner vasküler yataktaki anormalliklerden ve sağ-sol kalp arasındaki ilişkiden etkilenmektedir (4, 5).

RV fonksiyonlarının değerlendirilmesi, konjestif kalp yetersizliği, akut pulmoner embolizm, kalp kapak hastalıkları, konjenital kalp hastalıkları ve kalp cerrahisi sonrası gibi birçok klinik durumda önem taşımaktadır (6, 7).

RV fonksiyonlarının değerlendirilmesinde ekokardiyografi, sağ kalp kateterizasyonu, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve sintigrafik yöntemler kullanılabilir. Bunların arasında ekokardiyografi non-invaziv, kolay ulaşılabilir ve ucuz olması nedeniyle öne çıkmaktadır (1). RV fonksiyonlarının değerlendirilmesinde M-mode, iki boyutlu, konvansiyonel Doppler, doku Doppleri, kontrast, intrakardiyak ve üç boyutlu gibi ekokardiyografik yöntemler kullanılmaktadır (1).

Biz bu çalışmamızda non-invaziv, ucuz ve yeni bir yöntem olan doku Doppler tekniği ile elde edilen Triküspit anuler seviye sistolik velositesinin (TASV) ve RV serbest duvar velositesinin (RVSDV), RV çıkış yolu akım velositesine (RVÇYV) oranının (sırasıyla ORA, ORS) RV sistolik fonksiyonlarınının değerlendirilmesindeki yerini diğer ekokardiyografik yöntemlerle karşılaştırarak araştırdık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sağ Ventrikülün Anatomisi

RV, RA'dan apeks yakınına kadar uzanır. Ön üst yüzü konvekstir ve kalbin sternokostal yüzünün büyük bir bölümünü oluşturur. RV'nin ön yüzünün büyük bir kısmı, perikard aracılığıyla göğüs ön duvarı ile komşu iken, sol üstte kalan küçük bir bölümü plevra ve sol akciğerin ön kenarı ile komşuluk yapar. Alt yüzü daha düz olup diyaframa oturur (8-10). RV, sol yani arka duvarını oluşturan interventriküler septum (İVS) ile sol ventrikülden (LV) ayrılır (11, 12). Bu bölme, RV'e doğru bir konveksite gösterir. Bu nedenle görüntüleme yöntemlerinin transvers kesitlerinde bu boşluk yarım ay ya da hilal şeklinde görülür (1, 8, 13).

RV kabaca üç köşeli yapıdadır (1, 13). RV'nin üst yüzü pulmoner çıkış yolunu oluşturur. Bu çıkış yolundaki iç yüzey düzgün olmasına karşın diğer kısımlar papiller adaleler ve trabekulae karnea ile kaplıdır. Trabeküller, ventriküler kaviteyi septumdan, anterior papiller adale tabanına doğru geçerler ve moderatör bant adı verilen bu yapılar iletim sisteminin sağ dalını ventrikül kasına taşırlar (13).

RV'de bulunan üç papiller adale korda tendinea yoluyla triküspit kapağın yaprakçıklarının serbest kenarına yapışır. Triküspit kapak sağ atriumun tabanında yer alır ve RV'ye açılır. Triküspit kapak üç adet kapakçıktan oluşmuştur (13). Çıkış yolunun yukarısında bulunan pulmoner kapaktan pulmoner arter çıkar. Pulmoner kapak üç adet semiluner kapakçıktan oluşur (13).

2.2. Sağ Ventrikülün Fizyolojisi

RV fonksiyonel olarak RA'dan gelen venöz kanı pulmoner vasküler yatağa iletir (1, 12). Pulmoner dolaşımdaki direnç normalde düşük olduğu için RV'nin yüksek kavite içi basınç üretmesine gerek yoktur. RV, kavite içi hacmine göre nisbeten daha büyük bir yüzey alanına sahip olduğu için minimal miyokardiyal kısalma ile büyük miktarda kanı pompalayabilir (12).

RV’nin kasılması üç ayrı mekanizma ile olur.

1. Uzun eksende kısalmaya ve triküspit annulusun apekse yaklaşmasına neden olan spiral kasların kasılması
2. Körük etkisini oluşturan RV’nin içe doğru hareketi
3. LV kasılması ile RV serbest duvar kenarlarının LV ile temas ettiği noktaların çekilmesi

RV'nin serbest duvarının içe doğru hareketi, kanın pompalanmasındaki esas mekanizmadır. Bu hareketin genişliği çok büyük olmamakla birlikte, RV’nin anatomik şeklinin de etkisiyle büyük hacimde kan yeterli olarak pompalanabilmektedir (12). RV’nin şekli, küçük kasılmalarla büyük bir kan hacmini pompalamaya uygun olmasına rağmen, yüksek basınca karşı kasılmaya pek uygun değildir (12).

RV’nin kalp atım hacmi ile LV’nin kalp atım hacmi küçük fizyolojik şantlar istisna olmak üzere benzerdir. Fakat bunları sağlayan mekanizmalar RV ve LV boşlukları farklı vasküler yataklara açıldıkları için değişiklik gösterir (4).

RV’nin kalp atım hacmi oluşturmak için harcadığı enerji LV’nin harcadığı enerjinin yaklaşık olarak 1/4-1/5’i kadardır. Normal LV ile karşılaştırıldığında RV ejeksiyonu daha erken meydana gelir ve RV basıncı düşerken devam eder. Böylece normal RV basınç hacim ilişkisi LV’ye göre daha üçgenimsi ya da trapezoidaldir (4).

RV ardyükündeki göreceli olarak hafif değişiklikler, RV’deki enerji verimliliğinde büyük değişikliklere yol açabilir. Artan pulmoner vasküler direnç, RV basınç hacim ilişkisinin şeklinde değişiklik meydana getirerek LV basınç hacim ilişkisine benzemesine neden olur (4, 14). RV’nin ardyük duyarlılığı LV’nin 2-3 katıdır. Haftalar veya aylar içinde meydana gelen ardyük artışı olması durumunda RV büyük bir kasılma kapasitesine sahip olmasına rağmen, hızlı ardyük artışlarında akut yetersizlik gelişmesine LV’ye göre daha fazla eğilimlidir (4).

RV'nin ejeksiyonu LV'den farklıdır. RV ejeksiyonunun velositesi LV'ye göre daha yavaş artar, daha geç zirve yapar ve daha yavaş azalır. RV ejeksiyonu LV'ye göre daha uzun sürer. Ejeksiyondaki bu uzamanın sebeplerinden biri infundibulum kontraksiyonunun göreceli olarak geç olmasıdır (12).

RV diyastolik dönemi izovolümetrik gevşeme, erken doluş ve geç doluşu kapsar. Göreceli olarak korunmuş sistolik fonksiyonla birlikte olan diyastolik fonksiyon bozukluğu RV hastalıklarının erken bir göstergesidir (1).

RV doluşunun diyastolik dönemi, ardyükdeki göreceli büyük değişikliklerde bile stabil kalabilir ancak belirgin olarak önyük bağımlıdır. Akut hacim yüklenmesi durumunda basınç hacim eğrisi, LV ile karşılaştırıldığında RV'de daha diktir. Bunun sebebi RV miyokardının daha büyük sertliğe sahip olması ve boşluk genişleme kapasitesi özelliğinin daha az olmasıdır. Kronik olarak oluşan önyük artışına ise, RV daha kolay uyum sağlar (4).

RV ve LV, etraflarını çeviren yüzeysel miyokardiyal lifleri paylaştıkları için her iki ventrikülün fonksiyonları birbirleriyle kaçınılmaz olarak bağlantılıdır. Bu nedenle RV'nin mekanik işinin bir kısmını aslında LV yapmaktadır (4, 15).

RV fonksiyonlarında rolü olan bir diğer etken de pulmoner sistemdir. Soluk alıp verme ile pulmoner vasküler sistemde meydana gelen değişiklikler RV fonksiyonlarını etkilemektedir. Egzersiz esnasında, nefes alıp vermede meydana gelen artış pulmoner kan akımını, dolayısıyla kalp atım hacmini artırır (4).

2.3. Sağ Ventrikül Fonksiyonlarının Değerlendirilmesinin Klinik Önemi

RV fonksiyon bozukluğu yapan durumları basınç yüklenmesi, hacim yüklenmesi ve miyokard fonksiyon bozukluğu olmak üzere üç başlık altında toplayabiliriz. (12).

2.3.1. Sağ Ventrikülde Basınç Yüklenmesi

Kronik ve akut olarak ikiye ayrılabilir. Kronik basınç yüklenmesi, RV çıkış yolu darlıkları, akciğer hastalıkları, tekrarlayan pulmoner emboliler, sol kalp patolojileri ve primer pulmoner hipertansiyon (PPH) nedeniyle oluşur (11, 16). Başlangıçta RV'de korunmuş sistolik fonksiyonla beraber kompansatuar hipertrofi meydana gelir. Daha sonra RV kontraktilitesi bozulur, RV'de dilatasyon, hafiften şiddetliye değişen triküspit yetersizliği (TY) ve takiben RA'da genişleme görülür (11).

Akut basınç yüklenmesi, akut pulmoner embolide olduğu gibi ani başlangıçlı artmış pulmoner vasküler direnç ile RV fonksiyonlarını etkiler. Ekokardiyografide RV'de dilatasyon, hipokinezi, İVS'de paradoksik hareket, TY ve pulmoner hipertansiyon görülebilir (1, 11, 17).

RV basınç yüklenmesi oluşturan bazı klinik durumlar:

a) RV çıkış yolu darlıkları

- Konjenital kalp hastalıkları (Pulmoner kapak darlığı, fallot tetralojisi v.b.)
- Edinilmiş kalp hastalıkları (Karsinoid kalp hastalığı v.b.) (18).

b) Primer ve sekonder nedenlere bağlı pulmoner vasküler direnç artışı

- PPH
- Akut ve kronik pulmoner emboliler
- Kronik akciğer hastalıkları: Bu grup hastalarda artan pulmoner arter basıncının

nedeni hipoksinin indüklediği vazokonstriksiyon, arteriol duvarlarında oluşan histolojik değişiklikler, polisitemi nedeniyle artan kan viskositesidir. Bu hastalarda pulmoner hipertansiyon oluşumu RV'de hipertrofiye ve fonksiyon bozukluğuna neden olur (1, 19).

c) Sol kalp hastalıkları

- LV diyastol sonu basıncının yükseldiği patolojiler (Aort darlığı, hipertansiyon, aort yetersizliği, iskemik kalp hastalığı v.b.): Konjesif kalp yetersizliğinde RV performansı ve pulmoner hipertansiyon prognozu etkileyen faktörlerdir (20-22). LV diyastol sonu basıncında oluşan artış, pulmoner kapiller

kama basıncını artırarak RV diyastolik fonksiyonunda bozulmaya yol açabilir, İVS hareketinde oluşan bozulma RV diyastol sonu basıncını artırarak diyastolik fonksiyonlarını bozabilir (23).

- Sol atriyum basıncını artıran patolojiler (Mitral darlık v.b.)

RV'de basınç yükü artışına neden olan tüm durumlarda RV hipertrofisi gelişir. RV hipertrofisi genellikle serbest duvar kalınlığının ölçülmesiyle değerlendirilir. Normalde RV'nin diyastol sonu serbest duvar kalınlığı 5mm'den azdır (11, 12).

RV basınç yüklenmesiyle oluşan diğer ekokardiyografik bulgular, RV genişlemesi, TY, İVS hareketinde bozulma, miyokardiyal hipokinezidir (12, 16).

2.3.2. Sağ Ventrikülde Hacim Yüklenmesi

RV'de hacim yüklenmesine neden olan durumlar:

a) Kalp içi sol-sağ şantlı hastalıklar (Atrial septal defekt (ASD), vb.)
b) Sistemik arteriyovenöz şantlar
c) Sağ kalp kapak hastalıkları (Triküspit ve pulmoner yetersizlikler)
d) Sistemik hacim yüklenmesi

RV'nin hacim yüklenmesi ventrikülün hem şeklinde hem de boyutunda değişikliğe neden olur. RV'de hacim yüklenmesinin en önemli bulgusu sağ ventriküler genişlemedir. Ekokardiyografik diğer bir bulgu da diyastol esnasında İVS'nin sola doğru hareketidir (12).

2.3.3. Sağ Ventriküler Miyokardiyal Fonksiyon Bozukluğu

2.3.3.a. Sağ Ventrikülde Miyokard İnfarktüsü: İnferior miyokard infarktüsü (Mİ) olgularının yaklaşık 1/3'ünde RV Mİ görülmektedir. RV sistolik fonksiyon bozukluğu nedeniyle LV önyükü azalır ve hipotansiyon gelişir. RV kompliyansı azalır (24, 25). RV Mİ'de RV'de hipokinezi, akinezi, dilatasyon, EF'de azalma, İVS'de paradoks hareket gibi ekokardiyografik bulgular görülebilir (2, 11, 12, 25).

2.3.3.b. Aritmojenik Sağ Ventrikül Kardiyomiyopatisi: RV miyokardında adipoz ve kollajen doku birikimiyle karakterize nadir bir hastalıktır. Ventriküler aritmilere ve genç erişkinlerde ani kalp ölümüne yol açabilir. Ekokardiyografide RV'de genişleme, RV serbest duvarında incelme, yaygın ya da fokal asinerji, anevrizma ve apikal diskinezi görülebilir (12, 26).

2.3.4. Kardiyopulmoner Transplantasyon

Kardiyopulmoner transplantasyon yukarıdaki üç yoluda kullanarak RV fonksiyonlarını etkileyebilir. Erken postoperatif dönemde artan pulmoner vasküler direnç RV genişlemesine yol açabilir. Transplantasyon sonrası TY en sık görülen kapak hastalığıdır. Rejeksiyon miyokardiyal fonksiyonları bozar. Akciğer transplantasyonu sonrası RV fonksiyonlarının ölçülmesi tedavinin etkilerini değerlendirmede önemlidir (1, 27).

2.4. Sağ Ventrikül Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi

2.4.1. Radyonüklid Teknikler: Nükleer kardiyoloji teknikleri değişik radyofarmasötik ajanlar ile miyokard perfüzyonunu, sağ ve sol ventrikülün sistolik ve diyastolik fonksiyonlarını inceler (25, 28).

RV hacmi ve EF'yi değerlendirmede kullanılan nükleer teknikler; equilibrium ve first pass radyonüklid yöntemleridir (4, 25).

2.4.1.a. Multiple Gated Equilibrium Radionuclide Angiography (MUGA): Equilibrium radyonüklid çalışmasında veriler hastanın EKG'sindeki R dalgasıyla senkronize bir bilgisayar sistemine kaydedilir. En yaygın olarak Tc-99m ile eritrositler işaretlenir. İstirahatte ya da egzersiz ile uygulanabilir bir yöntemdir. Bu teknik ile RV ve LV'nin genel ve bölgesel sistolik ve diyastolik fonksiyonları, kardiyak hacimler, regürjitan hacimler ve faz amplitüd analizleri incelenir. Anevrizma ya da diskinezi varlığında MUGA'nın doğruluk oranı çok yüksektir (25, 28).

2.4.1.b. First Pass Radionuclide Angiography: First pass çalışmasında bolus olarak verilen radyoaktif maddenin önce sağ kalp daha sonra da sol kalpten ilk

geçişi kaydedilerek kantitatif olarak analiz edilir. Bu şekilde ayrı ayrı RV ve LV'nin fonksiyonları, intrakardiyak sağ ve sol şantlar değerlendirilir. Bu teknikle RV ejeksiyon fraksiyonu (RVEF) Equlibrium tekniğine göre daha kolay hesaplanır (25, 28).

2.4.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

MRG kardiyovasküler hastalıkların tanısında çok önemli bir yeri olan non-invaziv ve non-iyonizan bir tekniktir (25, 29). MRG Mİ, miyokard canlılığı, koroner arteler, sağ ve sol kalp kardiyomiyopatileri, perikard hastalıkları, kapak hastalıkları, kardiyak kitleler, konjenital kalp hastalıkları ve aorta hastalıklarının değerlendirilmesinde kullanılır (25). MRG, RV sistol sonu ve diyastol sonu hacimlerinin ölçülmesinde ve EF'nin hesaplanmasında kullanılabilir bir radyolojik tekniktir (30, 31). Kardiyak MRG erişkinlerde RV değerlendirilmesinde altın standart olarak kabul edilir (1, 32).

2.4.3. Kalp Kateterizasyonu

Sağ kalp kateterizasyonu sağ kalp hacimlerinin, basınçlarının, RV sistolik ve diyastolik fonksiyonlarının ve pulmoner arter basıncının değerlendirilmesinde kullanılan invaziv bir yöntemdir (11). Bu yöntem klinik olarak diğer tanı teknikleriyle ölçülemeyen hemodinamik parametreleri değerlendirmede ve ASD, pulmoner darlık gibi yapısal anomalilerin kateter aracılı tedavisinde kullanılır (4).

2.4.4. Ekokardiyografi

RV'nin değerlendirilmesinde ekokardiyografi non-invaziv, kolay ulaşılabilir ve ucuz olması nedeni ile sık kullanılan bir yöntemdir. Ancak RV'nin ekokardiyografik olarak değerlendirmesinde çeşitli zorluklar vardır. Bunlar:

a) RV'nin anatomik konumu: RV'nin anatomik yerleşimi retrosternal olduğu için ekokardiyografik olarak görüntülemede akustik pencere kısıtlıdır.

b) RV'nin kompleks geometrik şekli: LV'nin değerlendirilmesinde kullanılan standart ekokardiyografik kantitatif yöntemlerin kullanımı sınırlıdır.

c) RV'nin pürüzlü endokardiyal yüzeyi: Sık ve kaba trabeküler anatomik yapı nedeniyle endokardiyal sınırların belirlenmesi zordur.

d) RV'nin sahip olduğu kompleks kasılma mekanizması

e) RV'nin fonksiyonları, pulmoner hemodinamik belirteçlerden ve LV'nin fonksiyonlarından etkilenir.

Tüm bu nedenlerden RV'nin ekokardiyografik olarak değerlendirilmesi güçtür ve birçok metod bir arada kullanılarak yapılır (2-5).

2.4.4.a. Sağ Ventrikül'ün Ekokardiyografik İnceleme Planları

- **Apikal dört boşluk:** RV'nin apikal dört boşluk görüntüsü RV'yi değerlendirmek için en çok kullanılan ve en faydalı bilgileri sağlayan penceredir. Bu plan RV'nin apeksten triküspit annulusa kadar uzun eksenini içine alır. RV genişlemesinin en iyi değerlendirildiği ekokardiyografik pencereler apikal dört boşluk ve subkostal görüntülerdir (11, 12).

- **Parasternal uzun aks:** Bu pencere, RV sınırlarının ve apeksin çok iyi görüntülenememesi nedeniyle RV değerlendirilmesinde çok fazla bilgi vermez (12).

- **Parasternal kısa aks:** Bu yaklaşımda da RV ile ilgili fazla bilgi edinmek pek mümkün olmamakla birlikte ventrikül girişi görüntülenebildiği takdirde maksimal sağ ventriküler kısa aks boyutu apikal dört boşluk görüntüsüne nazaran daha doğru bir şekilde hesaplanabilir (12).

- **Subkostal dört boşluk:** Bu pencerede elde edilen görüntü apikal dört boşluk görüntüsünün biraz oblik şeklidir. Bu planda yapılan RV ölçümlerinin standartizasyonu zordur. Daha çok RV boyutlarının ölçülmesi amaçlı olarak infantlarda kullanılır (12).

Tüm bu inceleme planları ile değerlendirilen RV parametreleri şunlardır:

a) RV alanının hesaplanması
b) RV kavite şeklinin anatomik değerlendirilmesi
c) RV duvar kalınlığının ölçülmesi
d) RV'nin serbest duvar ve İVS hareketlerinin değerlendirilmesi

2.4.4.b. Sağ Ventrikülün Değerlendirilmesinde Kullanılan Temel Ekokardiyografik Metodlar

M-Mod Ekokardiyografi: M-mod ekokardiyografi, RV duvar hareketleri, RV boşluk genişliği, triküspit anuler plan sistolik yerdeğiştirmesi (TAPSY), İVS hareketleri ve duvar kalınlığının değerlendirilmesinde kullanılır (1).

RV'nin boyutlarını yeterli olarak tanımlayan tek bir M-mod ölçümü yoktur. Çapların ölçümleri apikal dört boşluk, apikal iki boşluk ve parasternal kısa aks pencerelerinden ayrı ayrı yapılarak RV boyutu hakkında fikir edinilebilir (4). RV çaplarının ölçümünde M-mod ekokardiyografi çok güvenilir değildir. Bunun nedeni ölçümlerin ultrason ışınının ventriküle kesiştiği açıya göre değişmesidir (1).

İki Boyutlu Ekokardiyografi: İki boyutlu ekokardiyografi RV çapları, hacim, duvar kalınlığı, İVS kalınlığı ve septal kurvatur değerlendirilmesinde kullanılır (1). İki boyutlu ekokardiyografide Simpson metodu ile RVEF ölçümü endokard sınırlarının iyi belirlenememesi, interventriküler septumun RV'ye doğru konveks oluşu ve infindibulumun ölçülememesi nedeniyle güvenilir değildir (1).

RV hacim değerlendirmesinde iki boyutlu yaklaşım kullanımı dikey ekokardiyografik planlar gerektirir ve görüntünün standartizasyonu zordur (33). En sık apikal dört boşluk ve subkostal kısa aksdan alınan görüntüler kullanılır. Hacim hesaplamada kullanılan en doğru sonucu veren metodlardan birisi, apikal dört boşluk penceresinde değerlendirilen Simpson metodudur (1, 4). Çeşitli çalışmalar iki boyutlu ekokardiyografide elipsoid ya da piramidal model kullanan alan-uzunluk metodunun Simpson metoduna göre RV hacimi ile daha korele olduğunu göstermiştir (34).

İki boyutlu ekokardiyografi ile parasternal kısa aks penceresinde LV'nin septuma paralel aksının, buna dik olan aksına oranlanmasıyla hesaplanan dış merkezlilik (eksantrisite) indeksi RV yüklenmesi ile ilgili bilgi veren bir parametredir. Normal RV'de bu oran 1'dir (1, 2). Bu indeks sistolde ve diyastolde hesaplanır. RV hacim yüklenmesi durumunda diyastolde artmış eksantrisite indeksi

saptanır. RV basınç yüklenmesinde tüm kalp siklusunda bu indeks yüksek bulunur (2).

RV'nin iki boyutlu ekokardiyografi ile değerlendirilmesi pulmoner embolili hastalarda özellikle önem taşımaktadır. Pulmoner embolide ekokardiyografide RV'de genişleme, RV serbest duvarında hipokinezi, İVS'de sola doğru yer değiştirme, pulmoner hipertansiyon görülebilir (35, 36).

Üç Boyutlu Ekokardiyografi: Üç boyutlu ekokardiyografi hacim hesaplamalarında geometrik varsayım gerektirmez ve elde edilen sonuçlar MRG ile koreledir. RV hacim değerlendirmesinde üç boyutlu ekokardiyografi ile iki boyutlu ekokardiyografiye göre daha doğru sonuçlar elde edilir (34). Bununla birlikte üç boyutlu ekokardiyografide, RV anterior duvarı ve infindibulumun görüntülenmesi zordur (34). Üç boyutlu ekokardiyografi henüz günlük kullanıma girmemiştir.

Doppler Ekokardiyografi: Doppler ekokardiyografi RV diyastolik ve sistolik fonksiyonlarını değerlendirmede kullanılan bir yöntemdir. Tüm Doppler ölçümleri solunumla değişkenlik gösteren atım hacminden etkilenir (4).

RV diyastolik fonksiyonlarının Doppler ekokardiyografi ile incelenmesi transtriküspit akım velositesi üzerinden yapılır. Vena cava süperior ve vena hepatika akımlarının pulsed wave (PW) Doppler değerlendirmesi de RV diyastolik fonksiyonları hakkında önemli bilgi verir (1, 37).

TY tespitinde Doppler ekokardiyografi güvenilir bir yöntemdir ve kontrast madde kullanımı bu yöntemin uygulanabilirliğini artırır (38). TY jet akım velositesi ve Bernoulli denklemi kullanılarak RV sistolik basıncı ölçülebilir. Doppler ekokardiyografi RV basıncının yükselme hızı ile ilgili bilgi vererek, RV sistolik fonksiyonu hakkında fikir edinilmesine yardımcı olur (39, 40).

Doppler ekokardiyografi ile pulmoner yetersizlik velositesi ve RV çıkış yolu akım velositesi ölçülerek pulmoner arter basıncı değerlendirilebilir (41, 42).

Doku Doppler Tekniği: Doku Doppler görüntüleme yöntemi, sistolik ve diyastolik miyokardiyal fonksiyonların değerlendirilmesinde kullanılan bir yöntemdir. Bu değerlendirmeler bölgesel sistolik ve diyastolik velositelerin ölçülmesiyle yapılır. Bu teknikle miyokardiyal velositelere ek olarak mitral ve triküspit anuler velositeler de ölçülebilir (7).

RV anterior duvar, septal duvar ya da lateral triküspit anulus seviyesinden alınan doku Doppler ölçümleri genel longitudinal RV hareketleri hakkında bilgi verir (5).

Doku Doppleri kullanılarak RV'nin strain analizi de yapılır. Strain, bir nesnenin deformasyon miktarı olarak tanımlanır. RV'nin longitudinal straini apikal görüntüde değerlendirilebilirken, radyal strainin değerlendirilmesi artefaktlar nedeniyle zordur (34).

Kontrast Ekokardiyografi: RV değerlendirmesinde kontrast ekokardiyografi endokardiyal sınırların daha iyi gözlenebilmesi için uygulanan bir yöntemdir (3).

Color Kinesis: Color kinesis ventriküler endokardiyal hareketlerin değerlendirilmesinde kullanılan ekokardiyografik bir yöntemdir (43).

İntrakardiyak Ekokardiyografi: RV fonksiyonları hakkında güvenilir bilgiler veren katater laboratuarında uygulanan bir yöntemdir (2).

Anatomik M-Mod Ekokardiyografi: Anatomik M-mod ekokardiyografi, geleneksel M-mod ekokardiyografinin bazı sınırlılıklarının üstesinden gelmek için geliştirilmiştir (44). Bu yöntemde cursor iki boyutlu ekokardiyografi ekranında istenilen yere taşınarak arzu edilen açıda kesit alınabilir (45).

2.4.4.c. Sağ Ventrikül Hacminin Hesaplanmasında Kullanılan Ekokardiyografik Yöntemler

RV hacminin ölçülmesinde kullanılan ekokardiyografik yaklaşımlar M-mod ekokardiyografi, iki boyutlu ve üç boyutlu ekokardiyografidir. Üç boyutlu ekokardiyografinin en önemli avantajı RV şekli hakkında bir varsayıma ihtiyaç

duyulmaması ve RV kavitesinin tamamının değerlendirilmesine olanak sağlamasıdır (2, 12). RV hacminin hesaplanması ve değerlendirilmesi için kullanılan beş yöntem vardır.

- **Single Plan Ölçümleri:** RV boyutlarını değerlendirmek için en sık kullanılan yöntemdir. Single plan teknikleri önemli ölçüde görüntüleme planlarının yönüne bağlıdır (33). Bu ölçümler RV hacmi için bir göstergedir fakat hacim hesaplanmasında kullanılamaz (12).

RV çapları; parasternal uzun aks, parasternal kısa aks ve apikal dört boşluk görüntülerinden elde edilir. Parasternal kısa aks ile RV çaplarının ölçümü parasternal uzun aksa göre daha doğru sonuçlar verir. RV hacmi ile uzun aks ilişkisi zayıf iken kısa aks ilişkisi daha güçlüdür (12).

- **Simpson Metodu:** Bu metodun anjiografik olarak uygulanmasında, RV eşit kalınlıkta dilimlere bölünür. Her bir dilimin hacmi "Hacim = Alan x Yükseklik" formülü kullanılarak hesaplanır ve RV boşluk hacmi tüm bu dilimlerin hacimlerinin toplanmasıyla elde edilir. Bu tekniğin orijinal uygulamasında sağ ventrikülogramda sağ anterior oblik ve sol anterior oblik izdüşümler kullanılır (12).

Simpson metodunun ekokardiyografik görüntülere uygulanması ise aynı sağ ventriküler uzun aksa sahip olan birbirine dik iki görüntüye gereksinim duyduğu için güçtür (12).

Bu metod ile RV hacim ölçümünün anjiyografik ve nükleer anjiyografik ölçümler ile korelasyonu zayıftır (12).

- **Alan-Uzunluk Metodu:** Bu metodda RV'ye elipsoid bir şekil gibi yaklaşılır ve RV'nin apikal dört boşluk görüntüsü ile onunla kesişen RV çıkış yolunun subkostal görüntüsü kullanılır. RV hacmi "Hacim = 2/3Alan x Aks" formülü kullanılarak hesaplanır (12). Alan-uzunluk metodu RV hacminin anjiyografik ölçümünde de kullanılır (46).

- **Üçgen Tabanlı Piramid Modeli:** Bu modelde üçgen tabanın, RV çıkış yolunu da içeren RV tabanından yapıldığı varsayılır. Piramidin yüksekliğini ise RV'nin tabanından apeksine uzanan uzun aks oluşturur. Bu metodla RV hacmi "Hacim = 1/3 x Alan x Yükseklik" formülünden hesaplanır (12).

- **Kresentrik Metod:** Bu metodda RV alanı; birbirini kesen iki dairenin, RV serbest duvarı ve interventriküler septumun kavisleri kullanılarak hesaplanır. Kresentrik alanın genişliği, bu alanlarla iki paralel teğet arasındaki mesafe olarak tanımlanır. RV kresentrik alanın sabit olduğu uzunluğun (L1) bazal parçası ve kresentrik alanın apekse doğru gittikçe azaldığı uzunluğun (L2) apikal parçası olmak üzere iki bölüme ayrılabilir. Bazal hacim, uzunluğun (L1) kresentrik alanla çarpılmasıyla elde edilir. Apikal hacim, kresentrik alan ile apekse doğru azalarak uzanan parabolik çizginin genişliğinin birleştirilmesiyle elde edilir. Bu iki hacimin toplanmasıyla RV hacimi elde edilir (12).

2.4.4.d. Sağ Ventrikül Sistolik Fonksiyonlarının Değerlendirmesinde Kullanılan Ekokardiyografik Yöntemler

- **Sağ Ventrikül Ejeksiyon Fraksiyonu**: RV diyastol sonu ve sistol sonu hacimleri kullanılarak EF hesaplanabilir (2).

RVEF klinik pratikte yaygın olarak kullanılan RV kontraktilite indekslerinden birisidir. RVEF yüklenme durumlarına bağlı olduğundan kontraktiliteyi yeterli ölçüde yansıtmayabilir (34).

RV kavitesi LV'den büyük olduğu için, normal koşullar altında RVEF, LV ejeksiyon fraksiyonundan (LVEF) daha düşüktür. RVEF'nin normal değeri %40 ile %76 arasında değişir (34).

RV'nin kompleks geometrik şekli ve düzensiz endokardiyal yüzeyi nedeniyle EF hesaplanmasında kontrast ekokardiyografi kullanımı avantaj sağlar (3).

- **Triküspit Anuler Plan Sistolik Yerdeğiştirme (TAPSY):** Bu metod lateral triküspit anulusun apekse doğru uzun aks sistolik hareketini gösterir. Bu ölçüm genellikle apikal dört boşluk penceresinde M-mod görüntüleme kullanılarak

yapılır (34). TAPSY ile radyonüklid EF arasında iyi bir korelasyon gösterilmiştir (2, 31, 34).

- **Doku Doppler Tekniği:** Miyokardiyal velositeleri ölçerek RV sistolik fonksiyonlarının değerlendirilmesine yardımcı olur (47). Sistolik anuler velositedeki azalma sistolik fonksiyon bozukluğunun göstergesidir. Zirve sistolik velositenin 11,5 cm/sn'nin altında olmasının ventriküler sistolik fonksiyon bozukluğu varlığını (RVEF < %50) işaret ettiği gösterilmiştir (34).

- **İzovolümik akselarasyon:** Doku Doppler ekokardiyografiden elde edilen izovolümik kasılma esnasındaki miyokardiyal akselerasyon, önyük ve ardyükten etkilenmeyen, RV kontraktil fonksiyonunun güvenilir bir göstergesidir (30, 48). Maksimal izovolümik miyokardiyal velositenin "time to peak velosite" ye bölünmesiyle bulunur (34).

- **Sağ Ventrikül Çıkış Yolu Fraksiyonel Kısalması (RVÇYFK):** Yalnızca RV çıkış yolunun sistolik performansının değerlendirildiği bu yöntem, uzun aks ölçümleri ve transtriküspit Doppler analizi ile kombine edildiğinde RV'nin kapsamlı bir analizini sağlar (6).

- **Sağ Ventrikül Longitudinal Fonksiyonu:** Triküspit anulus düzlemi sistolde apekse doğru hareketini gösterir (12).

2.4.4.e. Sağ Ventrikül Diyastolik Fonksiyonlarının Ekokardiyografik Değerlendirmesi

Transtriküspit akımın PW Doppler ile analizi, triküspit anuler doku velositesinin doku Doppleri ile analizi, RV ve RA basınçları RV diyastolik fonksiyonlarını değerlendirmek için kullanılan yöntemlerdendir (34).

Transtriküspit akımdan PW Doppler ile elde edilen E/A oranının 1'den küçük olması, deselerasyon zamanının uzamış olması anormal diyastolik fonksiyon göstergesidir (34).

Triküspit anuler doku velositesinin doku Doppler ile analizinden elde edilen izovolümik gevşeme zamanı (İVGZ) diyastolik disfonksiyonda 100 milisaniyenin üzerinde bulunur (34).

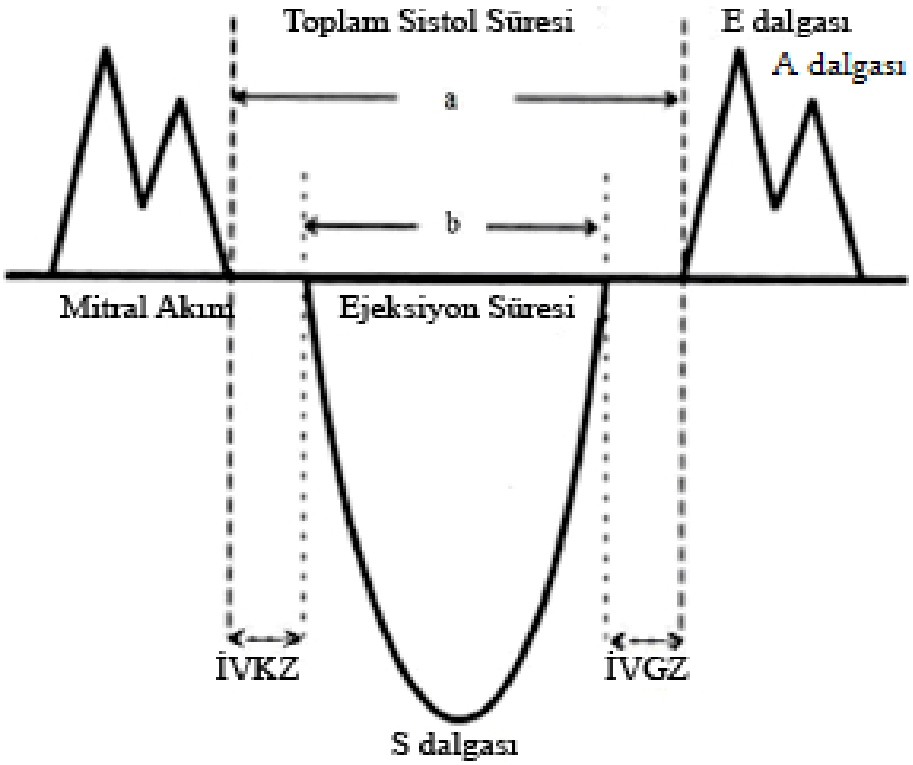
Ortalama RA basıncı 3 mmHg (1-5 mmHg), RV diyastol sonu basıncı 4 mmHg'dır (1-7 mmHg). Bu değerlerdeki yükseklikler RV diyastolik fonksiyon bozukluğunu destekler. RA basıncının değerlendirilmesinde göz önünde bulundurulması gereken bir etken vena cava inferior (VCİ) kollapsıdır. Normalde VCİ çapı inspirasyonda %50'den fazla azalır. RA basıncında meydana gelen artış bu fizyolojik kollapsda azalmaya yol açar. VCİ çapında %50'den küçük inspiratuar azalma %87 prediktif değerle RA ortalama basıncının ≥ 10 mmHg olduğunu, VCİ çapında %50'den fazla azalma %82 prediktif değerle RA ortalama basıncının ≤ 10mmHg olduğunu gösterir (12, 40).

RV sistolik basıncı RA basıncına triküspit maksimal gradiyentin eklenmesiyle bulunur. RV hipertrofisi, RV dilatasyonu, İVS'de düzleşme RV basınç artışının indirekt göstergeleridir. İVS düzleşmesinde ekokardiyografide parasternal kısa aksda "D-şekli" görüntüsü oluşur (40).

2.4.4.f. Miyokardiyal Performans İndeksi (MPİ)

Tei indeksi olarak da bilinir (49). Genel RV fonksiyonunu değerlendirmede kullanılan bir parametredir. İzovolümik kasılma zamanı (İVKZ) ile İVGZ toplamının ejeksiyon zamanına (EZ) bölünmesiyle hesaplanır (Şekil 1). RV MPİ göreceli olarak önyük, ardyük ve kalp hızından bağımsızdır. Normal değeri 0.28±0.04'tür. Bu değer RV sistolik ve diyastolik fonksiyon bozukluklarında artar (34, 50).

Şekil 1. Miyokardiyal Performans İndeksinin Hesaplanması



3. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma Haziran-2007 ile Haziran-2008 tarihleri arasında Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalında yapıldı. Çalışma protokolü Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından onaylandı. Tüm hastalar yapılacak işlem hakkında bilgilendirildi ve yazılı onamları alındı.

Olgular

Çalışmaya RV hacim yüklenmesi olan 24 hasta (grup 1), RV basınç yüklenmesi olan 19 hasta (grup 2) ve kontrol grubu olarak 19 sağlıklı kişi (grup 3) olmak üzere toplam 62 olgu alındı. RV hacim yüklenmesi grubu ASD'li hastalar, RV basınç yüklenmesi grubu pulmoner darlıklı (PD), kronik kor pulmonaleli (KKP) ve PPH'li hastalardan oluştu.

LV sistolik fonksiyon bozukluğu, perikard hastalıkları, sistemik hipertansiyon, miyokardiyal hastalık, ciddi LV kapak hastalıkları, iskemik kalp hastalıkları, konjenital kalp hastalıkları (izole ASD ve pulmoner darlık hariç) bulunan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

Ekokardiyografi

Çalışmaya alınan olguların transtorasik ekokardiyografik incelemesi GE Vivid 7 Dimension cihazı (Vingmend Ultrasound, GE, Horten, Norveç) ve 2.5 MHz frekanslı transduser kullanılarak gerçekleştirildi. Kayıtlar sırasında olgulara elektrokardiyografi (EKG) ve solunum monitörizasyonu uygulandı. Ekokardiyografik kayıtlar sol yan ve sırt üstü pozisyonda iken ekspiryum sonunda apne döneminde üç döngüyü içerecek şekilde alındı. Tüm görüntüler sonradan ölçüm için DVD'ye kaydedildi. Kayıtlardan ölçümler cihaza yüklü Echopac programı aracılığı ile yapıldı.

Parasternal uzun aks, parasternal kısa aks, apikal dört boşluk ve subkostal yaklaşımlarla iki boyutlu ekokardiyografik görüntüler alındı. TY olanlarda continue wave (CW) Doppler ile TY jet akımı gösterildi. RV çıkış yolu (RVÇY) PW Doppler kayıtları alındı. Pulmoner kapaktan CW Doppler kaydı alındı. Doku Doppler görüntüleme için kayıtlar apikal dört boşluk yaklaşımda triküspit anulus ve RV

serbest duvarı içerecek şekilde alındı. Kayıtlar sinüzal ritimdekilerde ardışık üç siklusu, atriyal fibrilasyonu olanlarda ardışık beş siklusu içerecek şekilde alındı.

Parasternal uzun aks görüntüleri kullanılarak; M-mode ile LV sistolik çapı (LVSÇ), LV diyastolik çapı (LVDÇ), İVS ve RV serbest duvar diyastolik kalınlığı (RVSDDK) ve Teicholz yöntemi ile LVEF ölçüldü (2).

Apikal dört boşluk görüntüleri kullanılarak; RV diyastolik alanı (RV4BDA), RV diyastolik çapı (RV4BDÇ), RV sistolik alanı (RV4BSA), RV sistolik çapı (RV4BSÇ), RA sistolik alanı (RA4BSA) ve RA sistolik çapı (RA4BSÇ), ve TAPSY ölçümleri yapıldı (2, 21).

Subkostal yaklaşım görüntüleri kullanılarak; RV sistolik çapı (RVSbSÇ), RV diyastolik çapı (RVSbDÇ) ile inspiryum ve ekspiryumda VCİ çapları ölçüldü (2).

Doppler Kayıtları Üzerinden;

TY olan hastalardan yetersizliğin maksimal velositesinden Bernoulli denklemi ile bulunan RA/RV gradiyentine, kollapsibilite endeksi kullanılarak elde edilen RA basıncı eklenilerek elde edilen RV sistolik basıncı ve PW Doppler ile RVÇY maksimal velositesi (RVÇYV) hesaplandı.

Doku Doppler Görüntüleri Üzerinden;

Triküspit anulus seviyesinden alınan görüntülerden; triküspit anuler sistolik velosite (TASV), triküspit anuler erken diyastolik velosite (TAEV), triküspit anuler geç diyastolik (TAAV), triküspit anuler ejeksiyon zamanı (TAEZ), triküspit anuler izovolümik kasılma zamanı (TAİVKZ) ve triküspit anuler izovolümik gevşeme zamanı (TAİVGZ) ölçüldü.

RV serbest duvardan alınan kayıtlardan; RV serbest duvar orta seviyeden sistolik velosite (RVSDV) ölçüldü.

TASV ve RVSDV, RVÇYV'ye oranlanarak sırasıyla ORA ve ORS elde edildi.

RV Fonksiyonlarının Değerlendirilmesinde Kullanılan Parametrelerin Hesaplanması:

Yukarıda belirtilen veriler kullanılarak RV sistolik fonksiyonlarının değerlendirilmesinde kullanılan RVEF, MPİ, RV alan değişimi (RVAD) ve TAPSY hesaplandı.

RVEF, RV'nin sistolik ve diyastolik hacimlerinin kullanıldığı elipsoidal metodla hesaplandı.

RVEF = [(RVDSH - RVSSH) / RVDSH] x 100

RVDSH = 2/3 x RV4BDA x RVSbDÇ

RVSSH = 2/3 x RV4BSA x RVSbSÇ

(RVDSH: RV diyastol sonu hacim, RVSSH: RV sistol sonu hacim)

MPİ = (İVKZ + İVGZ) / EZ formülü ile anuler seviye doku Doppler parametreleri kullanılarak hesaplandı.

RV Alan Değişimi = [(RV4BDA – RV4BSA) / RV4BDA] x 100

VCİ Kollapsı = [(Ekspiratuar Çap – İnspiratuar Çap) / Ekspiratuar Çap] X 100

İstatistik

İstatistiksel değerlendirme SPSS 14 bilgisayar programı ile yapıldı. Her üç gruba ait sürekli değişkenler aritmetik ortalama±standart sapma, süreksiz değişkenler ise % olarak verildi. Üç grup arasındaki sürekli değerlerin karşılaştırılmasında Kruskal Wallis testi ve Bonferoni düzeltmesi, grupların kendi aralarındaki karşılaştırmalarda ise Mann-Whitney U testi, süreksiz değerlerin analizinde Ki kare testi kullanıldı. Çoklu gruplar arası karşılaştırmada ve iki grup arasındaki karşılaştırmalarda $p<0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Grup 1'de 13 kadın 11 erkek, grup 2'de 4 kadın 15 erkek, grup 3'de 12 kadın 7 erkek bulunmaktaydı. Grup 1'de 2 kişi, grup 2'de 13 kişi ve grup 3'de 3 kişi sigara kullanıyordu. Grup 2'de 5 olguda atriyal fibrilasyon ritmi vardı, diğer tüm vakalar sinüs ritmindeydi. Grup 1'de 15, grup 2'de 14, grup 3'de 9 olguda TY vardı.

Grup 1'de ki tüm vakalar ASD'li olan hastalardı. Grup 2'de 5 hastada PD, bir hastada PPH ve geri kalan 13 olguda KKP mevcuttu.

Gruplar arasında yaş, boy, kilo, sistolik ve diyastolik kan basınçları, LVSÇ, LVDÇ ve LVEF bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0.05$).

Çalışmaya alınan üç grup karşılaştırıldığında İVS, RVDDK, RV4BDÇ, RV4BSÇ, RV4BDA, RV4BSA, RA4BSÇ, RA4BSA, TAPSY, VCİ kollapsı (VCİkol), RVDSH, RVSSH ve RVAD değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ($p<0.05$). ORA, ORS, RVMPİ, RVSD, TASV değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı ($p>0.05$).

Çalışmaya alınan tüm olguların genel özellikleri aşağıda Tablo 1a ve Tablo 1b' de gösterilmiştir.

Tablo 1a. Tüm gruplardaki olguların genel özellikleri

Değişken	Grup 1 (n=24)	Grup 2 (n=19)	Grup 3 (n=19)
Yaş (yıl)	39.3 ± 17.1	52.0 ± 21.2	34.2 ± 10.9
Kilo (kg)	65.2 ± 12.3	70.1 ± 13.9	61.3 ± 10.2
Boy (cm)	164.2 ± 9.2	167.8 ± 10.1	164.6 ± 6.6
LVDÇ (mm)	42.5 ± 6.6	44.8 ± 6.4	45.5 ± 6.2
LVSÇ (mm)	25.5 ± 7.0	28.1 ± 5.4	29.2 ± 4.6
LVEF (%)	69.1 ± 6.8	67.6 ± 6.5	65.6 ± 4.8
RVDDK (mm)	3.9 ± 1.3	4.7 ± 1.9 €	3.1 ± 0.6
RV4BDÇ (mm)	42.9 ± 6.2 µ	41.3 ± 6.3 €	31.7 ± 4.3
RV4BDA (cm²)	23.1 ± 5.9 µ	19.9 ± 5.5 €	12.7 ± 3.0
RV4BSA (cm²)	12.6 ± 4.7 µ	12.5 ± 4.2 €	7.1 ± 2.6
RA4BSÇ (mm)	42.2 ± 6.1 µ	43.2 ± 9.1 €	33.1 ± 5.3
RA4BSA (cm²)	16.5 ± 4.2 µ	18.5 ± 8.2 €	10.5 ± 3.0
İVS (mm)	10.5 ± 0.5	13.3 ± 0.8 €	8.8 ± 0.3

µ: Grup 1 ile grup 3 arasında anlamlı fark ($p<0.05$), **€**: Grup 2 ile grup 3 arasında anlamlı fark ($p<0.05$), **LVDÇ**: Sol ventrikül diyastolik çapı, **LVSÇ**: Sol ventrikül sistolik çap, **LVEF**: Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu, **RV4BDÇ**: Sağ ventrikül dört boşluk diyastolik çap, **RVDDK**: Sağ ventrikül diyastolik duvar kalınlığı, **RV4BDA**: Sağ ventrikül dört boşluk diyastolik alan, **RV4BSA**: Sağ ventrikül dört boşluk sistolik alan, **RA4BSÇ**: Sağ atriyum dört boşluk sistolik çap, **RA4BSA**: Sağ atriyum dört boşluk sistolik alan, **İVS**: İnterventriküler septum kalınlığı, **mm**: milimetre, **cm**: santimetre, **kg**: kilogram.

Tablo 1b. Grupların Sağ Ventrikül Fonksiyonları

Değişken	Grup 1 (n=24)	Grup 2 (n=19)	Grup 3 (n=19)
TAPSY(cm)	2.5 ± 0.7 $^{\Delta}$	1.9 ± 0.4	2.2 ± 0.5
RVAD (%)	46.4 ± 9.7 $^{\Delta}$	37.6 ± 9.4	44.4 ± 13.2
RVEF (%)	39.1 ± 8.3	32.5 ± 14.7	44 ± 7.2
VCİ koll.(%)	67.8 ± 22.5 $^{\Delta}$	47.9 ± 24.7 $^{€}$	70.5 ± 21.8
RV MPİ	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.4 ± 0.1
ORS	0.14 ± 0.05	0.16 ± 0.1	0.17 ± 0.04
ORA	0.17 ± 0.06	0.19 ± 0.11	0.20 ± 0.04
RVÇYV (cm/sn)	98 ± 20 $^{\mu}$	100 ± 50 $^{€}$	70 ± 1
TASV (cm/sn)	16 ± 0.8	15 ± 0.9	14 ± 0.4
RVSDV (cm/sn)	13 ± 0.7	12 ± 0.9	12 ± 0.5
TY max. grad.(mmHg)	28.7 ± 2.8 $^{\Delta, \mu}$	43 ± 4.9 $^{€}$	12.7 ± 2

Δ: Grup 1 ile grup 2 arasında anlamlı fark ($p<0.05$), **μ**: Grup 1 ile grup 3 arasında anlamlı fark ($p<0.05$), **€**: Grup 2 ile grup 3 arasında anlamlı fark ($p<0.05$), **TAPSY**: Triküspit anuler plan sistolik yer değiştirme, **RVAD**: Sağ ventrikül alan değişimi, **RVEF**: Sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonu, **VCİ kol.**: Vena cava inferior kollapsı, **RV MPİ**: Sağ ventrikül miyokard performans indeksi, **ORS**: Sağ ventrikül serbest duvar velositesi/sağ ventrikül çıkış yolu velositesi, **ORA**: Triküspit anuler seviye sitolik velositesi/sağ ventrikül çıkış yolu velositesi, **RVÇYV**: Sağ ventrikül çıkış yolu maksimal velosite, **TASV**: Triküspit anuler sistolik velosite, **RVSDV**: Sağ ventrikül serbest duvar sistolik velosite, **TY max. grad**: Triküspit yetersizlik maksimum gradiyenti, **cm**: santimetre, **mmHg**: milimetre civa, **cm/sn**: santimetre/saniye.

RVÇYV ve TY maksimum gradiyenti için RV hacim yüklenmesi grubu (grup 1) ile kontrol grubu (grup 3) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.05$). RVAD, RVMPİ, VCİ kol, RVEF, TAPSY, ORA ve ORS değerleri için

gruplar arası karşılaştırmalarda ise istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 1b).

RV basınç yüklenmesi grubu (grup 2) ile kontrol grubu (grup 3) karşılaştırıldığında; kalp hızı, İVS, RVDDK, TY maksimum gradiyenti, RVÇYV, VCİ kol. bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.05$). RVAD, RVMPİ, RVEF, TAPSY, ORA ve ORS değerleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (Tablo 1b).

RV hacim yüklenmesi grubu (grup 1) ile RV basınç yüklenmesi grubu (grup 2) arasında yapılan istatistiksel analizlerde ise; TAPSY, TY maksimum gradiyenti, VCİ kol.ve RVAD arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.05$). RVMPİ, RVEF, ORA ve ORS değerleri arasında ise anlamlı bir fark bulunmadı (Tablo 1b).

Her üç grupta da ekokardiyografik olarak ölçülen RVEF ile RV MPİ arasında korelasyon tespit edilmedi. Her üç grup için RVEF, RVAD, ORA, ORS ve TAPSY arasında korelasyon analizi yapıldığında grup 1 ve grup 2'de TAPSY ile ORA ve ORS arasında pozitif korelasyon bulunurken, grup 3' de korelasyon tespit edilmedi (Tablo 2a ve 2b).

Tablo 2a. Grup 1'de parametreler arası korelasyon

		RVEF	RVAD	ORA	ORS	TAPSY
RVEF	r	-	-0.13	-0.24	-0.19	-0.02
	p	-	0.56	0.27	0.39	0.92
RVAD	r	-0.13	-	0.28	0.25	0.39
	p	0.56	-	0.19	0.24	0.06
ORA	r	-0.24	0.28	-	0.92	0.65
	p	0.27	0.19	-	0.00	0.00
ORS	r	-0.19	0.25	0.92	-	0.61
	p	0.39	0.24	0.00	-	0.00
TAPSY	r	-0.02	0.39	0.65	0.61	-
	p	0.92	0.06	0.00	0.00	-

RVAD: Sağ ventrikül alan değişimi, **ORA**: Triküspit anuler seviye sitolik velositesi/sağ ventrikül çıkış yolu velositesi, **ORS**: Sağ ventrikül serbest duvar velositesi/sağ ventrikül çıkış yolu velositesi, **TAPSY**: Triküspit anuler plan sistolik yer değiştirme, **RVEF**: sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonu

Tablo 2b. Grup 2'de parametreler arası korelasyon

		RVEF	RVAD	ORA	ORS	TAPSY
RVEF	r	-	0.15	0.31	0.33	-0.02
	p	-	0.54	0.19	0.17	0.93
RVAD	r	0.15	-	-0.32	-0.37	-0.22
	p	0.54	-	0.18	0.12	0.37
ORA	r	0.31	-0.32	-	0.95	0.59
	p	0.19	0.18	-	0.00	0.01
ORS	r	0.33	-0.37	0.95	-	0.55
	p	0.17	0.12	0.00	-	0.02
TAPSY	r	-0.02	-0.22	0.59	0.55	-
	p	0.93	0.37	0.01	0.02	-

RVAD: Sağ ventrikül alan değişimi, **ORA**: Triküspit anuler seviye sitolik velositesi/sağ ventrikül çıkış yolu velositesi , **ORS**: Sağ ventrikül serbest duvar velositesi/sağ ventrikül çıkış yolu velositesi, **TAPSY**: Triküspit anuler plan sistolik yer değiştirme, **RVEF**: Sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonu

5. TARTIŞMA

RV'nin değerlendirilmesinde ekokardiyografi non-invaziv, kolay ulaşılabilir, tekrarlanabilir ve ucuz olması nedeni ile sık kullanılan bir yöntemdir. Ancak RV'nin ekokardiyografik olarak değerlendirilmesinde, RV'nin anatomik konumu, kompleks geometrik şekli, pürüzlü endokardiyal yüzeyi ve sahip olduğu kompleks kasılma mekanizmasından kaynaklanan çeşitli zorluklar vardır. Bu zorlukların üstesinden gelmek için birçok ekokardiyografik metod yalnız veya birlikte kullanılmakta ve yeni metodlar geliştirmek amacıyla çok sayıda çalışma yapılmaktadır

RV'nin değerlendirilmesinde ekokardiyografinin yanında radyonüklid teknikler, MRG, kardiyak kateterizasyon da kullanılmaktadır. Radyonüklid tekniklerde radyasyon tehlikesi mevcuttur ve uygulanmasında çeşitli zorluklar vardır. MRG, RV'nin değerlendirilmesinde çok önemli bir yere sahip olan non-invaziv bir tekniktir. Ancak kısa sürede sonuç vermediği ve pahalı olduğu için kullanımı çok yaygın değildir. Kalp kateterizasyonu işlemi de radyasyon tehlikesi içeren invaziv bir yöntem olduğundan rutin olarak kullanılmamaktadır. Sonuç olarak bu yöntemlerin yüksek maliyet, uygulama zorlukları ve sonuç alabilmek için belli süreler beklemeyi gerektirmesi nedeniyle kullanımları sınırlıdır.

RV sistolik fonksiyonlarının değerlendirilmesinde RVEF, TAPSY, MPİ, RVAD, RVÇYFK gibi ekokardiyografik metodlar kullanılmaktadır. RVEF yüklenme durumlarına bağlı olduğundan kontraktiliteyi yeterli ölçüde yansıtmayabilir ve hesaplanması zaman alıcıdır. RVÇYFK yalnızca RV çıkış yolunun sistolik performansının değerlendirdiği için genel RV fonksiyonu hakkında tek başına fikir vermez. MPİ ise aritmilerde ve bloklu hastalarda kullanılamaz ve bu indeksi hesaplamak için birçok ölçüm yapmak gerekmektedir. Tüm bu belirteçler ile ilgili yapılmış çalışmalar mevcuttur.

Biz bu çalışmamızda, RV sistolik fonksiyonlarını değerlendirmek amacıyla, RV hacim yüklenmesi, basınç yüklenmesi ve sağlıklı kontrol gruplarında, apikal dört boşluk yaklaşımla elde ettiğimiz görüntülerden doku Doppler tekniği ile ölçtüğümüz TASV'nin ve RVSDV'nin, parasternal kısa aks yaklaşımla elde ettiğimiz

görüntülerden PW Doppler tekniği ile ölçtüğümüz RVÇYV'ye oranlarının kullanılabilirliğini araştırdık. Her üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit etmedik. Hacim yüklenmesi grubunda ve basınç yüklenmesi grubunda elde ettiğimiz ORA ve ORS değerleri ile RV sistolik fonksiyonu ile ilgili bir belirteç olan TAPSY arasında pozitif bir korelasyon tespit ederken, kontrol gruplarında böyle bir korelasyon tespit etmedik.

Piranfar ve ark. (50) yaptığı bir çalışmada kalp içi şantı (ASD, ventriküler septal defekt, patent duktus arteriozus) olan toplam 40 hastada ve 20 sağlıklı olguda RV MPİ bakılmış. Şantı olan 40 hastadan pulmoner hipertansiyonu olan 20 hastada MPİ, pulmoner hipertansiyonu olmayanlara ve sağlıklı guruba göre daha yüksek bulunmuş . Bizim çalışmamızda RV hacim yüklenmesi, basınç yüklenmesi ve sağlıklı olguların oluşturduğu gruplarda hesaplanan MPİ değerleri arasında anlamlı fark tespit edilmedi. Bunun nedeni sağlıklı olguların yüksek rakımda yaşaması nedeniyle hafif pulmoner hipertansiyona ve buna bağlı olarak subklinik RV disfonksiyonuna sahip olması olabilir.

Karnati ve ark. (51) yaptıkları bir çalışmada radyonüklid ventrikülografi ile ölçülen RVEF ile RV MPİ arasında önemli korelasyon olduğunu göstermişlerdir. Salehian ve ark. (52) yaptığı bir çalışmada 29 büyük arter transpozisyonlu hastada RV fonksiyonlarını değerlendirmede MPİ ve MRG ile hesaplanan RVEF karşılaştırılmış. RVEF ile RV MPİ arasında LVEF ile LV MPİ arasındakine benzer bir şekilde iyi bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda her üç grupta da ekokardiyografik olarak ölçülen RVEF ile RV MPİ arasında korelasyon saptanmamıştır. Bunun nedeni MRG ya da radyonüklid ventrikülografi ile ekokardiyografi ile ölçülenden farklı RVEF değerleri elde edilmesi olabilir.

Görgülü ve ark. (53) 33 ASD'li hastayı içeren çalışmasında ekokardiyografik olarak incelenen RV fonksiyonu ile sağ kalp kateterizasyonu ile elde edilen pulmoner arter basınçları arasındaki ilişki değerlendirilmiş. Sonuçta RV MPİ ile ortalama pulmoner arter basıncı arasında yakın bir ilişki olduğu tespit edilmiş. Bizim çalışmamızda hacim yüklenmesi grubunda pulmoner arter basıncının RVAD ile

önemli korelasyonu tespit edilmesine rağmen RVMPİ ile arasında benzer bir korelasyon bulunmamıştır.

Gan ve ark. (54) RV basınç yüklenmesi olan 16 hastada (10 idyopatik pulmoner arteriyel hipertansiyon, 7 Eisenmenger sendromu) yaptıkları bir çalışmada kontrol grubuyla karşılaştırıldığında basınç yüklenmesi grubunda RV ve İVS hipertrofisi bulunmuş. Bizim çalışmamızda da benzer sonuçlar elde ettik.

Vizza ve ark. (55) 434 hastada yaptığı bir çalışmada şiddetli akciğer hastalığı olanlarda sağ ve sol ventrikül fonksiyonları arasındaki ilişki incelenmiş. Radyonüklid ventrikülografi ile ölçülen RVEF ve LVEF değerlendirilmiş. Şiddetli akciğer hastalığı olanlarda RVEF'de azalma olduğunu gösterilmiştir. Milne ve ark. (56) yaptığı bir çalışmada RVEF'nin kronik obstriktif akciğer hastalığı olan hastalarda bu hastalığa sahip olmayanlara göre daha düşük olmadığı bulunmuştur. Bizim sonuçlarımız Milne ve arkadaşlarının yaptığı çalışmayla uyumludur.

RV sistolik fonksiyonlarını değerlendirmek için tek bir metod yeterli değildir, uygulanabilen tüm metodlardan elde edilen veriler göz önünde bulundurulur.

Çalışmamızda RV4BDÇ, RV4BDA, RV4BSA, RA4BSÇ ve RA4BSA belirteçlerinin grup 1 ile grup 3 arasında ve grup 2 ile grup 3 arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık gösterdiğini belirledik. Bulduğumuz bu anlamlı farka rağmen RVEF'nin grup 3'te diğer gruplardan farklı olmamasının nedeni kayıt aldığımız subkostal görüntülerin kötü ekojenite nedeniyle optimal olmaması olabilir.

Biz bu çalışmada, RV sistolik fonksiyonlarını değerlendirmek için kolay ve hızlı bir şekilde uygulanabilecek yeni bir yöntem üzerinde çalıştık. TASV ve RVSDV, RV çıkış yolu velositesine oranlarını (ORA, ORS) hesapladık. Bu yöntemin hacim veya basınç yüklenmesi sonucu oluşan RV fonksiyon bozukluğunu göstermek için kullanılamayacağını tespit ettik. Ayrıca bu oranların, bu hasta gruplarının normal bireylerden ayrılmasında da kullanılamayacağı ortaya çıkmıştır. Bu sonuç iki olasılıktan kaynaklanabilir:

Birincisi; hipotez yanlış olabilir. Hipotezin en zayıf noktası RV'nin İVS'ye doğru olan hareketini hesaba katmamasıdır. Bu hareket RV'e özgü olup LV için kullanılan diğer yöntemlerin RV'e uygulanmasında problem yaratmaktadır. Ancak bu hareketi dikkate almayan TAPSY ve doku Doppleri ile elde edilen sistolik velosite gibi parametrelerin RV sistolik fonksiyonlarının tespitinde başarı ile kullanılması longütidinal hareketin RV global fonksiyonlarının belirlenmesinde etkili olabileceğini kanıtlamaktadır. Hipotez RVÇYV'nin doku velositesine oranlanmasını hedeflemiştir. Bu oranlama ile özellikle akım velositesi azalmadan ortaya çıkan doku velosite azalmasının daha net olarak ortaya çıkartılabilmesi amaçlanmıştır. Sağlıklı kişiler ile hasta grupları arasında fark gösterilmemesi, doku velositeleri arasında fark olmasına rağmen çıkış yolu velositesininde doku velositeleri ile aynı yönde hareket ettiği ve oransal farkın korunmuş olması lehine yorumlanabilir. Bu, RV için en azından bizim çalışma grubumuzda doku düzeyinde problem yaratan patolojinin çıkış yolu velositesini de değiştirdiği yorumunu getirmektedir. Kapak hastalıkları ve hipertansiyonda LV de gösterilmiş diyastolik ve sistolik doku velositesi veya doku velositesi-akım oranlarındaki (E/E' gibi) bozuklukların RV için geçerli olmayabileceği ya da bizim hasta grubumuzun bunu göstermekte yetersiz kaldığını düşünebiliriz (57).

İkincisi; ölçüm, gruplama ve değerlendirme hatalarıdır. Ölçüm hataları bilimsel çalışmaları tehdit eden en önemli problemdir. Çalışmamızda ölçümlerin iki defa tekrarlanmasına rağmen sonucun değişmemesi bu ihtimali zayıflatmaktadır. Ancak kontrol grubunun seçiminde bir problemin olabileceği gerçeğini kabul etmek gerekir. RVEF ve RVMPİ'de hasta ve sağlıklılar arasında fark bulunamaması ilginçtir. Sağlıklı gönüllülerin yaşadığı yerin yaklaşık 2000 m olması, Huez ve ark. (58) nın da belirttiği gibi yüksekliğe bağlı hafif bir pulmoner hipertansiyonu (bu grupta TY oranı çok düşük olduğu için pulmoner basınçlar net değildir) beraberinde getirip az olan olgu sayısında farkı gizleyecek bir subklinik sağ ventriküler fonksiyon bozukluğuna yol açmış olabilir. Mahan eşitliği gibi akselerasyona dayanan yöntemlerin kullanılması kontrol grubunun pulmoner basınçlarını tahminde kullanılabilirsede genel klinik tecrübelerin çok çelişkili sonuçlar verdiği bu yöntemlerin uygulanmasından kaçınılmıştır.

Hacim yüklenmesi ve basınç yüklenmesi gruplarında elde ettiğimiz ORA ve ORS oranlarının RV sistolik fonksiyonu ile ilgili bir parametre olan TAPSY ile korelasyon göstermesi, çalıştığımız yeni parametrelerin bu grup hastalarda diğer yöntemlere ek olarak RV sistolik fonksiyonlarını değerlendirmede yardımcı olabileceğini düşündürmüştür.

Sınırlılıklar

RV'nin ekokardiyografik olarak değerlendirilmesinde anatomik nedenler bizim çalışmamızda da zorluk oluşturdu. Kilolu hastalarda ve kronik akciğer hastalığı olanlarda elde edilen ekokardiyografik görüntü kalitesinin düşük oluşu çalışmamızda karşılaştığımız zorluklardı. Ayrıca hastaların bir kısmında kaliteli subkostal görüntüler elde edilemedi.

Çalışmamızda RV fonksiyonlarının değerlendirilmesinde önemli yeri olan MRG ve sintigrafi gibi yöntemlerle karşılaştırma yapamamış olmamız diğer bir sınırlılık olarak karşımıza çıkmıştır.

6. SONUÇ

RV'nin değerlendirilmesinde ekokardiyografi non invaziv, kolay ulaşılabilir ve ucuz olması nedeni ile sık kullanılan bir yöntemdir. Biz çalışmamızda RV sistolik fonksiyonlarınının değerlendirilmesinde triküspit anuler seviye ve RV serbest duvar sistolik velositesinin RV çıkış yolu velositesine oranının ölçülmesinin, RV yüklenmesi olan bireyleri sağlıklı bireylerden ayırmada yetersiz olduğunu, sadece RV yüklenmesi gruplarında triküspit anuler plan sistolik yer değiştirme ile ilişkisi olduğunu belirledik.

Hipotezimizin doğruluğu gösterilememiş olmasına rağmen, daha çok sayıda olgunun dahil edildiği ve RV fonksiyonlarının altın standart bir teknikle hesaplandığı bir çalışmada bu yöntemin yeniden test edilmesinin faydalı olabileceğini düşünmekteyiz.

7. KAYNAKLAR

1. Burgess MI, Bright-Thomas RJ, Ray SG. Echocardiographic evaluation of right ventricular function. Eur J Echocardiogr 2002; 3: 252-262.
2. Feigenbaum H, Armstrong WF, Ryan T (eds). Feigenbaum's Echocardiography, Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2005: 202-210.
3. Tokgözoglu SL, Caner B, Kabakçi G, Kes S. Measurement of right ventricular ejection fraction by contrast echocardiography. Int J Cardiol 1997; 59: 71-74.
4. Redington AN. Right ventricular function. Cardiology Clin 2002; 20: 341-349.
5. Galderisi M, Severino S, Cicala S, Caso P. The usefulness of pulsed tissue Doppler for the clinical assessment of right ventricular function. Ital Heart J 2002; 3: 241-247.
6. Lindqvist P, Henein M, Kazam E. Right ventricular outflow-tract fractional shortening: an applicable measure of right ventricular systolic function. Eur J Echocardiogr 2003; 4: 29-35.
7. Meluzin J, Spinarova L, Bakala J, et al. 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: 340-348.
8. Arıncı K, Elhan A (yazarlar). Anatomi, Ankara: Güneş Kitabevi, 1997: 7-9.
9. Sancak B, Akşit D, Cumhur M ve ark. Kalp ve Perikardium. İçinde Sancak B, Cumhur M (yazarlar). Fonksiyonel Anatomi. Ankara: Metu Press, 2002: 145-146.
10. Çimen A (yazar). Anatomi, Bursa: Uludağ Üniversitesi Basımevi, 1994: 195-198.
11. Otto M. Echocardiographic Findings in Acute and Chronic Pulmonary Disease. Otto M. (ed). The Practice of Clinical Echocardiography (second edition). WB Sounders Com. Philadelphia 2002; 33: 739-757.

12. Weyman AE, Jiang L, Wiegers S. Right Ventricle. Weyman AE (ed). Princliples and Practice of Echocardiography (second edition). Lea & Febiger Philladelphia 1994; 28: 901-919.
13. Gök H (yazar). Klinik Kardiyoloji, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 2002: 1-2.
14. Redington AN, Rigby ML, Shinebourne EA, Oldershaw PJ. Changes in the pressure-volume relation of the right ventricle when its loading conditions are modified. Br Heart J 1990; 63: 45-49.
15. Hoffman D, Sisto D, Frater RW, Nikolic SD. Left-to-right ventricular interaction with a noncontracting right ventricle. J Thorac Cardiovasc Surg 1994; 107: 1496-1502.
16. Koçak G, Atalay S, Tutar HE, Gümüş H, İmamoğlu A. Pulmoner hipertansiyonda sağ ventrikül diyastolik fonksiyonlarının değerlendirilmesi. Ankara Üniv. Tıp Fak. Mec. 2000; 53: 3.
17. Piazza G, Goldhaber SZ. Acute pulmonary embolism: part I: epidemiology and diagnosis. Circulation 2006; 114: 28-32.
18. Connolly HM. Carcinoid heart disease: medical and surgical considerations. Cancer Control 2001; 8: 454-460.
19. Caso P, Galderisi M, Cicala S, Cioppa C, D'Andrea A, Lagioia G, Liccardo B, Martiniello AR, Mininni N. 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: 970-977.
20. Ghio S, Gavazzi A, Campana C, Inserra C, Klersy C, Sebastiani R, Arbustini E, Recusani F, Tavazzi L. Independent and additive prognostic value of right ventricular systolic function and pulmonary artery pressure in patients with chronic heart failure. J Am Coll Cardiol 2001; 37: 183-188.
21. Ghio S, Recusani F, Klersy C, Sebastiani R, Laudisa ML, Campana C, Gavazzi A, Tavazzi L. Prognostic usefulness of the tricuspid annular plane systolic excursion in patients with congestive heart failure secondary to

idiopathic or ischemic dilated cardiomyopathy. Am J Cardiol 2000; 85: 837-842.

22. 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; 82: 329-334.
23. Yılmaz Ö, Nevruz Z, Camcı C, Özet G, Pürsünlerli G. Akut miyokard infarktüsünde sağ ventrikül fonksiyonlarının pulsed-doppler ekokardiyografi ile değerlendirilmesi. Türkiye Klin Kardiyoloji 1993; 1: 22-26.
24. Hochman JS, Gersh BJ. Acute myocardial infarction: Complications. In Topol EJ (ed). Textbook of Cardiovascular Medicine. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2002: 440-443.
25. Ertaş FS, Oral D. Akut Miyokard İnfarktüsü Komplikasyonları. İçinde Candan İ, Oral D (yazarlar). Kardiyoloji. Ankara: Antıp A.Ş. 2002: 734-737.
26. Lindström L, Wilkenshoff UM, Larsson H, Wranne B. Echocardiographic assessment of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. Heart. 2001; 86: 31-38.
27. Sundereswaran L, Nagueh SF, Vardan S, Middleton KJ, Zoghbi WA, Quiñones MA, Torre-Amione G. Estimation of left and right ventricular filling pressures after heart transplantation by tissue Doppler imaging. Am J Cardiol 1998; 82: 352-357.
28. Wackers FJTH, Soufer R, Zaret BL. Nuclear Cardiology. In Braunwald E, Zipes DP, Libby P (ed). Heart Disease A Textbook Of Cardiovascular Medicine. Philadelphia: W.B.Saunders Company, 2001: 298-302.
29. Møgelvang J, Stubgaard M, Thomsen C, Henriksen O. Evaluation of right ventricular volumes measured by magnetic resonance imaging. Eur Heart J 1988; 9: 529-533.
30. Vogel M, Schmidt MR, Kristiansen SB, Cheung M, White PA, Sorensen K, Redington AN. Validation of myocardial acceleration during isovolumic contraction as a novel noninvasive index of right ventricular contractility: comparison with ventricular pressure-volume relations in an animal model. Circulation 2002; 105: 1693-1699.

31. Kjaergaard J, Petersen CL, Kjaer A, Schaadt BK, Oh JK, Hassager C. Evaluation of right ventricular volume and function by 2D and 3D echocardiography compared to MRI. Eur J Echocardiogr 2006; 7: 430-438.
32. Niemann PS, Pinho L, Balbach T, Galuschky C, Blankenhagen M, Silberbach M, Broberg C, Jerosch-Herold M, Sahn DJ. Anatomically oriented right ventricular volume measurements with dynamic three-dimensional echocardiography validated by 3-Tesla magnetic resonance imaging. J Am Coll Cardiol 2007; 50: 1668-1676.
33. Levine RA, Gibson TC, Aretz T, Gillam LD, Guyer DE, King ME, Weyman AE. Echocardiographic measurement of right ventricular volume. Circulation. 1984; 69: 497-505.
34. Haddad F, Hunt SA, Rosenthal DN, Murphy DJ. Right ventricular function in cardiovascular disease, part I: Anatomy, physiology, aging, and functional assessment of the right ventricle. Circulation. 2008; 117: 1436-1448.
35. Goldhaber SZ, Elliott CG. Acute pulmonary embolism: part II: Risk stratification, treatment, and prevention. Circulation 2003; 108: 2834-2838.
36. Grifoni S, Olivotto I, Cecchini P, Pieralli F, Camaiti A, Santoro G, Conti A, Agnelli G, Berni G. Short-term clinical outcome of patients with acute pulmonary embolism, normal blood pressure, and echocardiographic right ventricular dysfunction. Circulation 2000; 101: 2817-2822.
37. Klein AL, Leung DY, Murray RD, Urban LH, Bailey KR, Tajik AJ. Effects of age and physiologic variables on right ventricular filling dynamics in normal subjects. Am J Cardiol 1999; 84: 440-448.
38. Himelman RB, Stulbarg M, Kircher B, Lee E, Kee L, Dean NC, Golden J, Wolfe CL, Schiller NB. Noninvasive evaluation of pulmonary artery pressure during exercise by saline-enhanced Doppler echocardiography in chronic pulmonary disease. Circulation 1989; 79: 863-871.
39. Pai RG, Bansal RC, Shah PM. Determinants of the rate of right ventricular pressure rise by Doppler echocardiography: potential value in the assessment of right ventricular function. J Heart Valve Dis 1994; 3: 179-184.

40. Sorrell VL, Reeves WC. Noninvasive right and left heart catheterization: taking the echo lab beyond an image-only laboratory. Echocardiography 2001; 18: 31-41.
41. Oh JK, Seward JB, Tajik AJ (eds). The Echo Manual, Philadelphia: Wolters Kluwer-Lippincott Williams and Wilkins, 2006; 143-146.
42. Masuyama T, Kodama K, Kitabatake A, Sato H, Nanto S, Inoue M. Continuous-wave Doppler echocardiographic detection of pulmonary regurgitation and its application to noninvasive estimation of pulmonary artery pressure. Circulation 1986; 74: 484-492.
43. Hayabuchi Y, Matsuoka S, Kubo M, Kuroda Y. Usefulness of color kinesis imaging for evaluation of regional right ventricular wall motion in patients with surgically repaired tetralogy of Fallot. Am J Cardiol 1998; 82: 1224-1229.
44. Carerj S, Micari A, Trono A, Giordano G, Cerrito M, Zito C, Luzza F, Coglitore S, Arrigo F, Oreto G. Anatomical M-mode: an old-new technique.. Echocardiography 2003; 20: 357-361.
45. Gürlertop Y, Yılmaz M, Açıkel M, Bozkurt E, Erol MK. Sinüzal ritimli hastalarda sol atriyal apendiks spontan EKO kontrastın belirleyicileri arasında anatomik M-mod ekokardiyografinin yeri. AÜTD 2003; 35: 13-16.
46. Shimazaki Y, Kawashima Y, Mori T, Beppu S, Yokota K. Re-evaluation of the previous methods. Angiographic volume estimation of right ventricle. Chest 1980; 77; 390-395.
47. Tüller D, Steiner M, Wahl A, Kabok M, Seiler C. Systolic right ventricular function assessment by pulsed wave tissue Doppler imaging of the tricuspid annulus. Swiss Med Wkly 2005; 135: 461–468.
48. Vogel M, Cheung MM, Li J, Kristiansen SB, Schmidt MR, White PA, Sorensen K, Redington AN. Noninvasive assessment of left ventricular force-frequency relationships using tissue Doppler-derived isovolumic acceleration: validation in an animal model. Circulation 2003;1 7: 1647-1652.
49. Lakoumentas JA, Panou FK, Kotseroglou VK, Aggeli KI, Harbis PK. The tei index of myocardial performance: applications in cardiology. Hellenic J Cardiol 2005; 46: 52-58.

50. Piranfar MA, Karvandi M, Tofigh AM. Intracardiac shunts and role of tissue doppler imaging in diagnosis and discrimination. J Teh Univ Heart Ctr 2008; 2: 95-100.
51. Karnati PK, El-Hajjar M, Torosoff M, Fein SA. Myocardial performance index correlates with right ventricular ejection fraction measured by nuclear ventriculography. Echocardiography 2008; 25: 381-385.
52. Salehian O, Schwerzmann M, Merchant N, Webb GD, Siu SC, Therrien J. Assessment of systemic right ventricular function in patients with transposition of the great arteries using the myocardial performance index: comparison with cardiac magnetic resonance imaging. Circulation 2004; 110: 3229-3233.
53. Gorgulu S, Eren M, Uslu N, Ozer O, Nurkalem Z. The determinants of right ventricular function in patients with atrial septal defect. Int J Cardiol 2006; 111: 127-130.
54. Gan TJ, Boer C, Marcus T, Postmus P, Noordegraaf AV. Cardiac adaptation in patients with right ventricular pressure overload: idiopathic pulmonary arterial hypertension compared to the eisenmenger syndrome. Chest meeting 2005; 128: 201.
55. Vizza CD, Lynch JP, Ochoa LL, Richardson G, Trulock EP. Right and left ventricular dysfunction in patients with severe pulmonary disease. Chest 1998; 113: 576-583.
56. Milne N, Herman J, Stobbe D, Lyons KP, Movahed MR. Right ventricular ejection fraction in patients with chronic obstructive pulmonary disease . The Internet Journal of Cardiology 2008; 5: 2
57. Zoghbi WA, Habib GB, Quinones MA. Doppler assessment of right ventricular filling in a normal population. Comparison with left ventricular filling dynamics. Circulation 1990; 82: 1316-1324.
58. Huez S, Faoro V, Vachiéry JL, Unger P, Martinot JB, Naeije R. Images in cardiovascular medicine. High-altitude-induced right-heart failure. Circulation 2007; 115: 308-309.