

Klinik Araştırma

Mitral Darlık Olgularında Sağ Ventrikül Sistolik Fonksiyonunun Doku Doppler ve M-Mod Ekokardiyografi ile Değerlendirilmesi

Uzm.Dr. Aydan ONGUN ÖZDEMİR, Doç.Dr. Çağdaş ÖZDÖL, Uzm.Dr. Başar CANDEMİR
Uzm.Dr. Cansın TULUNAY KAYA, Doç.Dr. Sibel TURHAN, Prof.Dr. İrem DİNÇER, Prof.Dr. Çetin EROL

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Ana Bilim Dalı, Ankara

Özet

Amaç: Sağ kalp yetersizliği mitral darlık (MD) olgularının prognozunda ve sağ kalımında önemli rol oynar, ancak subklinik sağ ventrikül disfonksiyonunun klinik etkisi henüz bilinmemektedir. Çalışmamızın amacı saf MD olgularında subklinik sağ ventrikül sistolik disfonksiyonunu değerlendirmede M-mod ve doku Doppler ekokardiyografinin yerini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Sinüs ritminde olan hafif veya orta dereceli 45 MD olgusu ile 21 sağlıklı birey çalışmaya alındı. Apikal dört boşluk kesitinde triküspit lateral anülüsünden doku Doppler ile sistolik dalga (S) hızı ve miyokart performans indeksi (MPI), M-mod ile triküspit anülüsün sistolik esneme mesafesi (tricuspid annular plane systolic excursion-TAPSE) hesaplandı.

Bulgular: Sağlıklı bireyler ile kıyaslandığında MD hastalarında triküspit S dalga hızı ve TAPSE değerleri anlamlı şekilde daha düşük saptanırken ($p<0,0001$) miyokart performans indeksi anlamlı şekilde daha fazla ölçüldü ($p=0,04$). Korelasyon analizinde sol atriyum çapı ve pulmoner arter sistolik basıncı ile triküspit anülüs S dalga hızı ve TAPSE arasında kuvvetli negatif ilişki bulunurken, sağ ventriküler MPI değeri ile kuvvetli pozitif ilişki olduğu izlendi.

Sonuçlar: Hafif ve orta dereceli saf MD hastalarında subklinik sağ ventrikül disfonksiyonunu değerlendirmek için M-mod ve doku Doppler ekokardiyografi kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Ekokardiyografi, Mitral darlık, Sağ ventrikül, Sistolik fonksiyon

Tissue Doppler and M-mode Echocardiography for the Assessment of Right Ventricular Systolic Function in Mitral Stenosis Patients

Summary

Aim: Right ventricular (RV) systolic dysfunction plays an important role in the prognosis and survival of mitral stenosis (MS) patients, but effects of subclinical RV impairment is unknown. The aim of the study was to investigate the role of M-mode and tissue Doppler echocardiography for the evaluation of subclinical RV dysfunction.

Material and Method: The study population was comprised of 45 patients with mild to moderate MS and 21 healthy controls, all in sinus rhythm. From the apical four-chamber view, through the lateral tricuspid annulus, systolic (S) wave velocity and myocardial performance index (MPI) was assessed by tissue Doppler and M-mode was used to obtain tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE).

Results: TAPSE and tricuspid S wave velocity ($p<0.0001$) were significantly lower and MPI ($p=0.04$)

was higher in MS patients compared with healthy controls. While left atrium diameter and pulmonary artery systolic pressure had a negative significant correlation with the tricuspid S wave velocity and TAPSE, a significant direct correlation was found with the MPI.

Conclusions: In patients with mild to moderate MS, M-mode and tissue Doppler echocardiography could be used to determine subclinical RV dysfunction.

Key Words: Echocardiography, mitral stenosis, right ventricle, systolic function.

Giriş

Romatizmal mitral darlıkta (MD) aşikar sağ kalp yetersizliği klinik semptomlar, egzersiz kapasitesi, prognoz ve yaşam süresi ile ilişkilidir.⁽¹⁻³⁾ Sağ ventrikül disfonksiyonu direkt olarak romatizmal sürecin miyokardiyal dokuyu etkilemesiyle veya sol atriyum basıncındaki pasif artışa ve pulmoner hipertansiyona bağlı indirekt yollarla gelişebilir.^(4,5) Ancak, sağ ventrikülün sistolik ve diyastolik fonksiyonlarını görüntüleme yöntemleriyle değerlendirmek güç olduğundan sistemik venöz konjesyon bulguları olmayan MD olgularında subklinik sağ ventrikül tutulumunu incelemek genellikle ihmal edilmektedir.

Sağ ventrikülün asimetrik ve kompleks anatomisinden dolayı sistolik fonksiyonunu nicel olarak değerlendirmek oldukça zordur.^{6,7} Günümüzde altın standart olarak kabul edilen manyetik rezonans görüntüleme pahalı olup bütün merkezlerde kullanılamamaktadır.⁸ Buna karşılık transtorasik ekokardiyografi invazif olmayan ve yatak başında bile uygulanabilen bir görüntüleme yöntemidir. Ancak, standart iki boyutlu inceleme ile elde edilen hacim ölçümleri ve ejeksiyon fraksiyonu sağ ventriküldeki trabekülasyon ve endokardiyal sınırın iyi tanımlanamaması nedeniyle hatalı sonuçlar verebilmektedir.⁹ Kontrast ajan verilerek yapılan ekokardiyografik inceleme ile sağ ventrikülün fonksiyonu daha doğru değerlendirilir, ancak kontrast ajan incelemenin maliyetini artırmakta ve her hasta için uygun olmamaktadır.¹⁰ Sağ ventrikülün genel sistolik fonksiyonunu değerlendirmek için kullanılan diğer bir kantitatif metod doku Doppler görüntülemidir (DDG). DDG yöntemi ile elde edilen triküspit sistolik (S) dalga hızı ve miyokart performans indeksi (MPI-Tei indeksi) ölçümleri sırasında sağ ventrikülün geometrik veya endokardiyal sınırlarının belirlenmesine gerek yoktur ve her ikisi de sağ ventrikülün genel sistolik fonksiyonu hakkında bilgi veren parametrelerdir.¹¹⁻¹²

Benzer şekilde M-mod ekokardiyografi ile elde edilen triküspit anüler sistolik esneme mesafesi (tricuspid annular plane systolic excursion-TAPSE) de geometrik bağımlı olmadan sağ ventrikül global fonksiyonunu yansıtan bir yöntemdir.^{13,14}

Romatizmal MD olgularında sağ kalp yetersizliği önemli bir prognostik faktördür, ancak sağ ventriküldeki subklinik tutulumun etkisi hala bilinmemektedir. Bu nedenlerle çalışmamızda sistemik venöz konjesyon bulguları olmayan, hafif ve orta dereceli MD olgularında triküspit S dalga hızı, sağ ventriküler MPI ve TAPSE ölçümü yaparak kalp yetersizliği gelişmeden erken dönemde sağ ventrikülün global sistolik fonksiyonlarını değerlendirmeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntem

Hafif veya orta dereceli MD tanısıyla izlenen ve ekokardiyografi endikasyonu konulan 45 hasta çalışmaya alındı. Kontrol grubu herhangi bir nedenle ekokardiyografik inceleme endikasyonu konmuş olan 21 sağlıklı bireyden oluştu. Bütün olgular sinüs ritmindeydi ve New York Kalp Cemiyeti sınıflandırmasına göre fonksiyonel kapasiteleri sınıf I veya II idi. Koroner arter hastalığı, diabetes mellitus, hipertansiyon, perikard hastalığı, atriyal fibrilasyon/flutter, atriyoventriküler ileti defekti, MD dışında orta ve/veya ciddi kapak hastalığı, kronik obstrüktif akciğer hastalığı, pulmoner tromboemboli hastalığı, sağ kalp yetersizliği, sol ventrikül sistolik fonksiyon bozukluğu (ejeksiyon fraksiyonu <%50) ve kötü fonksiyonel kapasiteye sahip (sınıf III veya IV) olgular çalışma dışı bırakıldı.

Olgular çalışma hakkında bilgilendirildikten sonra yazılı olarak onamları alındı.

Ekokardiyografik İnceleme

Ekokardiyografik inceleme Ankara Üniversitesi Tıp

Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Ekokardiyografi laboratuvarında Vivid 7 cihazıyla (General Electric, Vingmed Ultrasound AS, Horten, Norway) ve 1.7-3.4 mHz prob kullanılarak yapıldı. Sol lateral dekübit pozisyonunda Amerikan Ekokardiyografi Cemiyeti'nin önerilerine uygun olarak sol atriyum çapı, sol ventrikül diyastol ve sistol sonu çapları ve sağ ventrikül diyastol sonu çapı ölçüldü.¹⁵ Apikal dört boşluk görüntüde modifiye Simpson metodu ile sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu hesaplandı.¹⁶

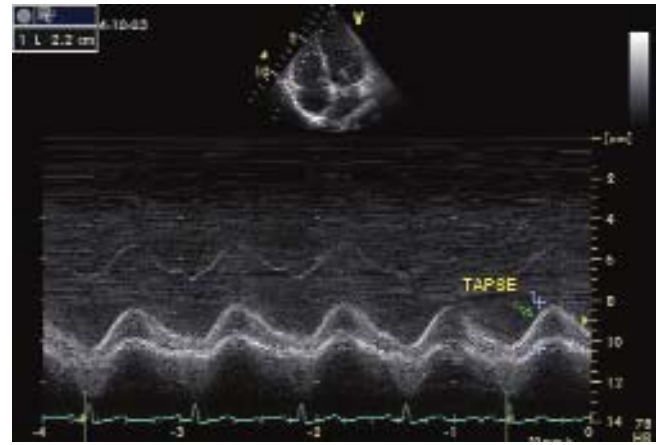
Apikal dört boşluk kesitlerinde sağ ventrikül diyastol sonu ve sistol sonu alanları ölçülüp sağ ventrikül fraksiyonel alan farkı hesaplandı.¹³ Pulmoner arter sistolik basıncı devamlı akım Doppler (continuous wave Doppler) aracılığıyla basitleştirilmiş Bernoulli denklemi ($4 \times [\text{triküspit yetmezliği tepe hızı}]^2$) kullanılarak ve sağ atriyum basıncı için 10 mmHg eklenerek hesaplandı.¹⁷

MD olgularında mitral kapak alanı planimetrik ve basınç yarılanma zamanı yöntemleriyle ölçüldü ve bu iki ölçümün ortalamasından mitral kapak alanı belirlendi. Mitral kapaktaki maksimum ve ortalama gradientler devamlı akım Doppler ekokardiyografi kullanılarak hesaplandı.

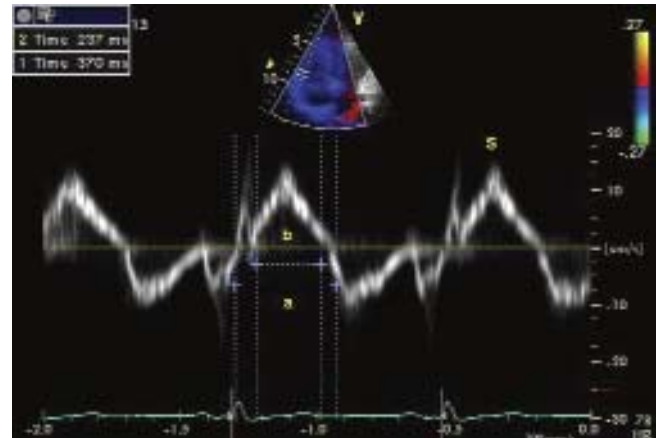
TAPSE ölçümleri için apikal dört boşluk kesitte M-moda ait örnek nokta (sample volume) triküspit kapağın sağ ventrikül serbest duvarı ile birleşim noktasına yerleştirildi ve sistol esnasında oluşan maksimum esneme mesafesi hesaplandı (Şekil 1).¹⁸ Daha sonra apikal dört boşluk kesitte ekokardiyografi cihazının DDG programı açılarak örnek nokta triküspit lateral duvar bazaline yerleştirildi ve sağ ventriküle ait doku Doppler görüntüleri elde edildi. Kayıtlardan sistolik dalga (S) hızı ölçüldü.¹⁸ Ayrıca, izovolümetrik kasılma dalgasının başlangıcından izovolümetrik gevşeme dalgasının sonuna kadar olan süreden ("a"), ejeksiyon dalgası olan S dalgasının süresi ("b") çıkarılıp, çıkan sonucun S dalgasının süresine bölünmesiyle de miyokart performans indeksi hesaplandı ($MPI=a-b/b$).¹⁹ Şekil 2 de sağ ventriküle ait DDG kayıtları ve doku Doppler görüntüleme yöntemi ile MPI hesabının yapılışı gösterilmiştir.

Ölçümlerin tamamı olguların klinik özelliklerini bilmeyen tecrübeli bir kardiyolog tarafından yapıldı. Bütün ekokardiyografik ölçümler ardışık üç kardiyak

siklus için tespit edildi ve elde edilen değerlerin ortalamaları istatistiksel analiz için kullanıldı.



Şekil 1: Apikal dört boşluk kesitte M-mod ile triküspit anüler sistolik esneme mesafesinin (tricuspid annular plane systolic excursion-TAPSE) ölçümü



Şekil 2: Apikal dört boşluk görüntüde sağ ventrikül serbest duvar bazalinden alınan doku Doppler kayıtlarında S dalgası ile miyokart performans indeksinin hesaplanması: a-b/b.

İstatistiksel Analiz

Kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak ifade edilirken, sayısal değişkenler aritmetik ortalama± standart sapma olarak gösterildi. Kategorik değişkenler arasındaki farkın önemi ki-kare testi ile, sayısal değişkenler arasındaki farkın önemi Student t-testi veya Mann-Whitney rank sum testi kullanılarak incelendi. Farklı değişkenler arasındaki ilişki Pearson korelasyon katsayı analizi ile değerlendirildi. Verilerin analizi SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) paket programında yapıldı ve p değerinin <0,05 olması durumunda sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Çalışmaya hafif veya orta dereceli MD'ı olan 45 olgu ile 21 sağlıklı birey alındı. MD olgularında mitral kapak alanı ortalama $1,9 \pm 0,6$ cm², maksimum basınç gradienti 11 ± 3 mmHg, ortalama basınç gradienti 5 ± 2 mmHg idi. Yaş, cinsiyet, sol ventrikül diyastol sonu ve sistol sonu çapları ile sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı. Ancak, sol atriyum çapı MD olgularında sağlıklı bireylere göre daha fazla ($p < 0,0001$) bulundu. Konvansiyonel sağ ventrikül ölçümlerinden diyastol sonu çapı ($p = 0,002$) ve sistol sonu alanı ($p = 0,04$) MD grubunda daha fazla, fraksiyonel alan farkı ise daha az ($p = 0,01$) saptandı. Sağ ventrikül diyastol sonu alanı her iki grupta benzerdi.

Sağlıklı bireylerin 10'nda triküspit yetmezliği yoktu, 15'nde ise eser miktardaydı. Buna karşılık MD olgularının 23'nde eser, 11'nde 1.derece, 11'nde 2.derece triküspit yetmezliği mevcuttu. Ancak olguların hiç birinde 3. ve/veya 4. derece triküspit yetmezliği saptanmadı. Çalışmaya alınan olguların 45'nde pulmoner arter sistolik basıncı ölçülebildi ve MD hastalarında pulmoner arter sistolik basıncı istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla ($p = 0,004$) bulundu. Tablo 1'de iki grubun demografik ve konvansiyonel ekokardiyografi verileri özetlendi.

Tablo 1: Saf mitral darlık ve kontrol grubunun demografik ve konvansiyonel ekokardiyografi verileri

	MD grubu (n= 45)	Kontrol grubu (n= 21)	p değeri
Yaş (yıl)	41 ± 5	40 ± 5	AD
Cinsiyet, erkek (%)	8 (18)	6 (29)	AD
Sol atriyum çapı, cm	5,3 ± 1,1	3,5 ± 0,3	<0,0001
Sol VDSC, cm	5,0 ± 0,6	4,8 ± 0,4	AD
Sol VSSÇ, cm	3,1 ± 0,5	2,9 ± 0,4	AD
Sol VEF, %	68 ± 7	70 ± 5	AD
Sağ VDSC, cm	2,7 ± 0,5	2,3 ± 0,4	0,002
Sağ VDSA, cm ²	13,0 ± 2,9	12,0 ± 2,9	AD
Sağ VSSA, cm ²	7,0 ± 1,8	5,9 ± 1,7	0,04
Sağ VFAF, %	47 ± 6	51 ± 6	0,01
PASB, mmHg	39 ± 14	25 ± 3	0,004

VDSC: Ventrikül Diyastol Sonu Çapı, **VSSÇ:** Ventrikül Sistol Sonu Çapı, **VEF:** Ventrikül Ejeksiyon Fraksiyonu, **VDSA:** Ventrikül Diyastol Sonu Alanı, **VSSA:** Ventrikül Sistol Sonu Alanı, **VFAF:** Ventrikül Fraksiyonel Alan Farkı, **PASB:** Pulmoner Arter Sistolik Basıncı, **AD:** Anlamlı Değil.

MD grubunda triküspit S dalga hızı ve TAPSE değeri istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük ($p < 0,0001$) bulundu (Tablo 2). Sağ ventrikülün doku

Doppler ekokardiyografi yöntemi ile ölçülen MPI değerleri MD olgularında kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazla ($p = 0,04$) hesaplandı (Tablo 2).

Tablo 2: Her iki grupta sağ ventrikül genel sistolik fonksiyonunu değerlendirmek için kullanılan doku Doppler ve M-mod ekokardiyografi bulguları

	MD grubu (n= 45)	Kontrol grubu (n= 21)	p değeri
S dalga hızı, cm/sn	9,5 ± 2,4	12,0 ± 1,8	<0,0001
MPI	0,42 ± 0,2	0,36 ± 0,1	0,04
TAPSE, cm	1,8 ± 0,4	2,2 ± 0,2	<0,0001

MPI: Miyokart performans indeksi

MD grubunda yapılan korelasyon analizinde triküspit S dalga hızı, TAPSE ve MPI değerleri ile ortalama mitral kapak alanı, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu, sağ ventrikül diyastol sonu çapı ve sağ ventrikül fraksiyonel alan farkı arasında anlamlı ilişki saptanmadı. Ancak sol atriyum çapı ve pulmoner arter sistolik basıncı ile triküspit S dalga hızı ve TAPSE arasında kuvvetli negatif ilişki bulundu. Ek olarak sağ ventriküler MPI değeri ile sol atriyum çapı ve pulmoner arter sistolik basıncı arasında kuvvetli pozitif ilişki olduğu izlendi. Korelasyon analizinin verileri tablo 3'te özetlendi.

Tablo 3: Mitral darlık grubunda triküspit S dalgası, miyokart performans indeksi ve TAPSE değerlerini belirlemede etkili olan faktörler

	S dalga hızı (cm/sn)		MPI		TAPSE (cm)	
	r	p değeri	r	p değeri	r	p değeri
PASB	-0,57	<0,0001	0,43	0,003	-0,54	<0,0001
Sol atriyum çapı	-0,54	<0,0001	0,50	<0,0001	-0,45	0,002

MPI: Miyokart performans indeksi, PASB: Pulmoner arter sistolik basıncı

Tartışma

Saf mitral darlıkta sağ kalp yetersizliği hastaların prognoz ve sağ kalımını belirleyen temel öğelerden biri olduğundan erken dönemde tanı konması önemlidir.¹⁻³ Ancak sağ ventrikülün nicel olarak değerlendirilmesi kompleks trapezoidal anatomisinden ve ince duvar yapısından dolayı oldukça güçtür.^{6,7} Günlük pratikte bu amaç için en sık kullanılan görüntüleme yöntemi transtorasik ekokardiyografidir. Sağ ventrikül sistolik fonksiyonunu değerlendirmek için geleneksel olarak kullanılan ejeksiyon fraksiyonunun öznel, yük bağımlı olması ve endokardiyal sınırın iyi tanımlanamadığı ol-

gulara hatalı sonuçlar vermesi gibi kısıtlamaları mevcuttur.²⁰ Ancak doku Doppler görüntüleme ile elde edilen triküspit S dalga hızı, MPI indeksi ve M-mod ekokardiyografi ile hesaplanan TAPSE sağ ventrikülün sistolik fonksiyonunu kantitatif olarak değerlendiren, ventrikülün şeklinden bağımsız, basit, tekrarlanabilir, duyarlılığı ve özgüllüğü oldukça yüksek parametrelerdir.¹¹⁻¹⁴

Bu verilerin doğrultusunda literatürde ilk kez klinik sistemik venöz konjesyon bulguları olmayan hafif ve orta dereceli mitral darlık olgularında sağ ventrikülün genel sistolik fonksiyonunu triküspit S dalga hızı, TAPSE ve MPI indeksi ile değerlendirdik ve klinik olarak sağ kalp yetersizliği bulguları olmayan bu hastalarda bile sağ ventrikül sistolik fonksiyonunun baskılanabildiğini gösterdik. Çalışmamızın sonuçları daha önce ekokardiyografi ve hemodinami ile yapılan ve klinik olarak sistemik venöz konjesyon bulguları bulunmayan MD hastalarında subklinik sağ ventrikül sistolik disfonksiyonu olduğunu gösteren çalışmalar ile uyumludur.^{1,21}

Mitral darlıkta sağ ventrikül sistolik fonksiyonundaki bozulmanın nedeni hala tartışmalıdır. Bazı otörler romatizmal sürecin direkt olarak sağ ventrikül miyokardını etkileyip miyosit nekrozu ile beraber fibrozis ve kalsifikasyona neden olduğunu ve bu faktörlerin sağ ventrikül ejeksiyon performansındaki azalmadan sorumlu olduğunu düşünmektedir.^{22,23} Diğerleri ise sol atriyum basıncındaki pasif artışın pulmoner venöz hipertansiyona neden olduğunu, daha sonra pulmoner arter basıncındaki pasif artışın, pulmoner arteriyel vazokonstriksiyonun ve pulmoner damar yatağındaki kalıcı değişikliklerin birleşiminden sağ ventrikül artıyükünün arttığını ve böylece sağ kalp yetersizliğinin geliştiğini ileri sürmektedir.^{5,24} Yapılan bir çalışmada sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonu ile ortalama pulmoner arter basıncı arasında kuvvetli ilişki olduğu gösterilmiş, bu da sağ ventrikül artıyükünün sağ ventrikül sistolik fonksiyon bozukluğunda temel belirleyici faktör olduğunu desteklemiştir.²⁵

Çalışmamızdaki korelasyon analizinde triküspit S dalga hızı, TAPSE ve MPI değerleri ile sol atriyum çapı ve pulmoner arter sistolik basıncı arasında anlamlı ilişki bulunmuştur. İstatistiksel veriler temel alındığında mitral darlıkta sağ ventrikül ejeksiyon performansındaki azalmanın, artmış sol atriyum çapı ve pulmoner arter basıncına ikincil gelişen volüm yüklenmesine ve artmış artıyüke bağlı olduğu sonucuna varabiliriz. Dolayısıyla çalışmamızın bulguları mitral darlıkta artmış pulmoner arter basıncının sağ kalp yetersizliği gelişmesinde önemli rol oynadığını ileri süren otörlerin düşüncesini desteklemektedir. Ancak mitral darlıkta pulmoner hipertansiyon ile sağ ventrikül fonksiyonu arasındaki ilişkiyi ve bu ilişkinin prognoza etkisini irdeleyen daha fazla sayıda olgu ve uzun süreli klinik takip içeren prospektif çalışmaların yapılması gereklidir.

Kısıtlamalar

Çalışmamızın en önemli kısıtlılığı olgu sayısının az olmasıdır. Ancak sağ ventrikül fonksiyonunun bozulmasına neden olabilecek hastalık öyküsü veya tanısı bulunan tüm hastaların çalışma dışında tutulması çalışmaya daha fazla hasta alınmasını engellemiştir. Çalışmamızın bir başka kısıtlılığı sağ ventrikül fonksiyonlarını değerlendirmede altın standart olarak kabul edilen manyetik rezonans görüntülemenin kullanılmamasıdır. Ancak manyetik rezonans görüntülemenin maliyeti göz önüne alındığından ve çalışmamızın yapısı retrospektif olduğundan bu yöntem kullanılamamış, bundan dolayı da farklı iki yöntemle elde edilecek veriler karşılaştırılamamıştır.

Sonuç

Çalışmamızda sistemik venöz konjesyon bulguları olmayan hafif ve orta dereceli MD hastalarında triküspit S dalga hızı, sağ ventriküler MPI ve TAPSE yöntemlerini kullanarak subklinik sağ ventrikül sistolik disfonksiyonu gelişebildiğini gösterdik. Ancak mitral darlıkta subklinik sağ ventrikül disfonksiyonunun zaman içerisindeki seyri ve prognostik değerinin belirlenebilmesi için daha fazla sayıda olgu ve uzun süreli klinik takip içeren prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kaynaklar

1. Sagie A, Freitas N, Padial LR, et al. Doppler echocardiographic assessment of long-term progression of mitral stenosis in 103 patients: valve area and right heart dis-
- ease. J Am Coll Cardiol 1996; 28: 472-9.
2. Mohan JC, Sengupta PP, Arora R. Immediate and delayed effects of successful percutaneous transvenous mitral

- commissurotomy on global right ventricular function in patients with isolated mitral stenosis. *Int J Cardiol* 1999; 68: 217-23.
3. Hirata N, Sakakibara T, Shimazaki Y, et al. Preoperative and postoperative right ventricular function during exercise in patients with mitral stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 104: 1029-34.
 4. Borer JS, Hochreiter C, Rosen S. Right ventricular function in severe non-ischemic mitral insufficiency. *Eur Heart J* 1991; 12: 22-5.
 5. Iskandrian AS, Hakki AH, Ren JF, et al. Correlation among right ventricular preload, afterload and ejection fraction in mitral valve disease: radionuclide, echocardiographic and hemodynamic evaluation. *J Am Coll Cardiol* 1984; 3: 1403-11.
 6. Tulevski II, Romkes H, Dodge-Khatami A, et al. Quantitative assessment of the pressure and volume overloaded right ventricle: imaging is a real challenge. *Int J Cardiovasc Imaging* 2002; 18: 41-51.
 7. Danchin N, Juilliere Y, Schrijen F, Cherrier F. Differential effects on right ventricular function of transient right, left anterior descending and left circumflex coronary occlusions during percutaneous transluminal coronary angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18: 437-42.
 8. Sechtem U, Pflugfelder PW, Gould RG, Cassidy MM, Higgins CB. Measurement of right and left ventricular volumes in healthy individuals with cine MR imaging. *Radiology* 1987;167:425-30.
 9. Helbing WA, Bosch HG, Maliepaard Ch, et al. Comparison of echocardiographic methods with magnetic resonance imaging for assessment of right ventricular function in children. *Am J Cardiol* 1995; 76: 589-94.
 10. Tokgözoğlu SL, Caner B, Kabakci G, Kes S. Measurement of right ventricular ejection fraction by contrast echocardiography. *Int J Cardiol* 1997;59:71-4.
 11. 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: 340-8.
 12. Tei C, Dujardin KS, Hodge DO, et al. Doppler echocardiographic index for assessment of global right ventricular function. *J Am Soc Echocardiogr* 1996; 9: 838-47.
 13. Kaul S, Tei C, Hopkins JM, Shah PM. Assessment of right ventricular function using two-dimensional echocardiography. *Am Heart J* 1984; 107: 526-31.
 14. Tamborini G, Pepi M, Galli CA, et al. Feasibility and accuracy of a routine echocardiographic assessment of right ventricular function. *Int J Cardiol* 2007; 115: 86-9.
 15. Sahn DJ, DeMaria A, Kisslo J, Weyman A. Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation* 1978; 58: 1072-83.
 16. Schiller NB, Shah PM, Crawford M, 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.
 17. Currie PJ, Seward JB, Chan KL, et al. Continuous wave Doppler determination of right ventricular pressure: a simultaneous Doppler-catheterization study in 127 patients. *J Am Coll Cardiol* 1985; 6: 750-6.
 18. Saxena N, Rajagopalan N, Edelman K, Lopez-Candales A. Tricuspid annular systolic velocity: a useful measurement in determining right ventricular systolic function regardless of pulmonary artery pressures. *Echocardiography* 2006; 23: 750-5.
 19. Cui W, Roberson DA, Chen Z, Madronero LF, Cuneo BF. Systolic and diastolic time intervals measured from Doppler tissue imaging: normal values and Z-score tables, and effects of age, heart rate, and body surface area. *J Am Soc Echocardiogr* 2008 ;21: 361-70.
 20. Miller D, Farah MG, Liner A, Fox K, Schluchter M, Hoit BD. The relation between quantitative right ventricular ejection and indices of tricuspid annular motion and myocardial performance. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17: 443-7.
 21. Burger W, Brinkies C, Illert S, Teupe C, Kneissl GD, Schröder R. Right ventricular function before and after percutaneous balloon mitral valvuloplasty. *Int J Cardiol* 1997; 58: 7-15.
 22. Harvey RM: Mechanical and myocardial factors in rheumatic heart disease with mitral stenosis. *Circulation* 1955; 11: 531.
 23. Malhotra V, Beohar PC, Gondal R, Kaul UA, Khanna SK. An autopsy study of rheumatic heart disease. Part II. Associated findings. *Jpn Heart J* 1987;28:7-14.
 24. Otto CM, Bonow RO. Valvular heart disease. In: Libby P, Bonow RO, Mann DL, Zipes DP, Braunwald E. Editors. *Braunwald's heart disease: a textbook of cardiovascular medicine*. Philadelphia: Elsevier Saunders 2007;1646-52.
 25. Nagel E, Stuber M, Hess OM. Importance of the right ventricle in valvular heart disease. *Eur Heart J* 1996;17: 829-36.

Yazı Kayıt

Geliş Tarihi: 28.07.2009

Kabul Tarih: 08.08.2009

Yazışma Adresi: Aydan Ongun Özdemir, 31.Sok. 5/12 Bahçelievler, Ankara

e-posta: aongun@msn.com