

ROMATİZMAL KRONİK MİTRAL YETERSİZLİĞİNDE SOL ATRİYAL MEKANİK FONKSİYONLAR

Y. Doç. Dr. Mustafa YILMAZ, Y. Doç. Dr. Mahmut AÇIKEL, Y. Doç. Dr. Yekta GÜRLERTOP,
Doç. Dr. M. Kemal EROL, Doç. Dr. Engin BOZKURT, Prof. Dr. Necip ALP

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Erzurum

Özet

Sol atriyum (LA) fonksiyonları çeşitli kardiyak patolojilerden etkilenmektedir. Bu çalışma romatizmal kronik mitral yetersizliğine (MY) sahip hastalarda sol atriyum fonksiyonlarının belirlenmesi amacıyla planlandı. Çalışmaya izole MY (ortalama yaş 43 ±16 yıl) olan ve sinus ritmindeki 18 hasta ve 18 sağlıklı (ortalama yaş 33 ±6 yıl) kontrol alındı. MY'nin ciddiyeti renkli Doppler ekokardiyografi ile tayin edildi. MY regürjitan jet alanının sol atriya oranı hesaplandı. Bu metod ile regürjitan jet alanının sol atriyum alanına oranı % 20 den küçük olanlar hafif, % 20-40 arasında olanlar orta ve %40 üstü olanlar ileri MY olarak sınıflandırıldı. Sol atriyal maksimal volüm (LAVmax) mitral kapağın tam açıldığı anda, sol atriyal minimal volüm (LAVmin) mitral kapağın tam kapandığı anda ve sol atriyal sistol öncesi volüm elektrokardiyografide p dalgasının başında (LAVp) ölçüldü. Sol atriyal volüm ölçümleri biplane "area-length" metodu kullanılarak apikal 4 ve 2 boşluk görüntülerinden ölçüldü ve ortalamaları alındı. Tüm volümler vücut yüzey alanına göre düzeltildi ve aşağıdaki sol atriyal fonksiyon parametreleri hesaplandı. LA pasif boşalma volümü (LAPEV)= LAVmax -LAVp, LA pasif boşalma fraksiyonu (LAPEF)= LAPEV/ LAVmax, Konduit volüm (CV)= Sol ventrikül atım volümü-(LAVp- LAVmin), LA aktif boşalma volümü (LAAEV)= LAVp- LAVmin , LA aktif boşalma fraksiyonu (LAAEF)= LAAEV/ LAVp, LA total boşalma volümü (LATEV)= (LAVmax -LAVmin), LA total boşalma fraksiyonu (LATEF)= LATEV/LAmax. Tüm ölçümler ardışık üç kalp atımı esnasında tekrarlanılarak ortalamaları alındı. Hastalar ile kontrol grubu arasında yaş, vücut yüzey alanı ve kalp hızı açısından anlamlı fark yoktu. Sol ventrikül diyastol sonu ve sistol sonu çapları MY'li hastalarda kontrol grubundakilerden önemli derecede artmıştı (p<0.001). Buna karşın her iki grupta da sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonları arasında belirgin farklılık yoktu. MY olgularında, MY regürjitan jet alanının LA alanına oranının ortalama değeri 0.37 ±10 idi. LA çapı kontrol grubuna göre MY'li olgularda anlamlı derecede büyüktü (p<0.001). LA maksimal volümü, minimal volümü ve atriyal sistol öncesi volümü tüm MY olgularında kontrollere göre anlamlı derecede büyüktü (p<0.001). LA pasif boşalma volümü (p<0.01), LA aktif boşalma volümü (p<0.001), LA total boşalma volümü (p<0.001), ve konduit volümü (p<0.005) MY'li grupta kontrollerden belirgin derecede yüksek olmasına rağmen LA pasif boşalma fraksiyonu (p<0.001), LA aktif boşalma fraksiyonu (p<0.001) ve LA total boşalma fraksiyonu (p<0.01) MY olan hastalarda kontrollerden daha düşük olarak saptandı. Bu çalışmanın sonuçları romatizmal kronik MY'li hastalarda LA maksimal, minimal ve atriyal sistol öncesi volümlerin artmasına karşın LA mekanik fonksiyonların bozulduğunu göstermektedir. (Türk Kardiyol Dern Arş 2003;31:371-77)

Anahtar kelimeler: Doppler ekokardiyografi, mitral yetersizliği, sol atriyum fonksiyonları

Summary

Left Atrial Functions in Rheumatic Chronic Mitral Regurgitation

Left atrial (LA) functions are affected in several cardiac pathologies. This study was planned to assess left atrial mechanical function in patients with rheumatic chronic mitral regurgitation (MR). 18 patients (mean age 43 ±16 years) with isolated MR in sinus rhythm and 18 healthy controls (mean age 33 ±6 years) were included in this study. The severity of MR was estimated by color Doppler echocardiography. The ratio of MR jet area to left atrial area was calculated. With this method a ratio less than 0.20 was registered as mild, 0.20-0.39 as moderate, and 0.40 or greater as severe MR. LA volumes were measured echocardiographically at the time of mitral valve opening (LAVmax), at the onset of atrial systole (p wave on electrocardiography = LAVp) and at the mitral valve closure (LAVmin) according to the biplane area-length method in apical 4-chamber and 2-chamber view. All volumes corrected for body surface area, and following LA emptying functions were calculated. LA passive emptying volume (LAPEV)= LAVmax - LAVp, LA passive emptying fraction (LAPEF)= LAPEV/ LAVmax. Conduit volume (CV) =LV stroke volume-(LAVp- LAVmin), LA active emptying volume (LAAEV)= LAVp- LAVmin, LA active emptying fraction (LAAEF)= LAAEV/ LAVp, LA total emptying volume (LATEV)= (LAVmax -LAVmin), LA total emptying fraction (LATEF)= LATEV/LAmax. All measurements were averaged over three cardiac cycles. There were no significant differences in mean age, body surface area, and heart rate between patients and controls (p>0.05). Left ventricular end-diastolic and systolic diameters were significantly greater in patients with MR than in controls (p<0.001), whereas ejection fraction was not significantly different. A mean ratio of MR jet area to left atrial area were 0.37 ±10. LA dimension was significantly greater in patients with MR than in controls (p<0.001). LA volume indexes; Vmax, Vmin, and Vp were greater in patients with MR than in controls (p<0.001). Although LA passive emptying volume (p<0.01), LA active emptying volume (p<0.001), LA total emptying volume (p<0.001), conduit volume (p<0.005) were found significantly greater in patients with MR than in controls, LA passive emptying fraction (p<0.001), LA active emptying fraction (p<0.001), LA total emptying fraction (p<0.01) were significantly lower in patients with MR than in controls. The results of this study have indicated that LA maximal, minimal volumes and the one at onset of atrial systolic are increased, whereas LA mechanical functions are deteriorated in patients with rheumatic chronic MR. (Arch Turk Soc Cardiol 2003;31:371-77)

Key words: Doppler echocardiography, left atrial function, mitral regurgitation

Kronik mitral yetersizliği olan hastalarda sol atriyum çapında artma hemen daima mevcuttur. Sol atriyal genişleme mitral yetersizliğinde nedenin ani veya süregelen olup olmadığı hakkında yol göstericidir⁽¹⁾. Kardiyak debinin sağlanmasında sol atriyal fonksiyonlar önemli role sahiptir. Sol ventrikül atım volümü, sol atriyumun pasif boşalma volümü, konduit volümü ve aktif boşalma volümü ile oluşmaktadır^(2,3). Sol atriyal fonksiyonlar Doppler yöntemi ile transmitral akım

hızlarından belirlenebilmektedir. Ancak Doppler yönteminin kullanılarak sol atriyal fonksiyonunun mitral yetersizliği olan hastalarda incelenmesi problem olabilmektedir^(4,5,6). Romatizmal kronik mitral yetersizliğinde sol atriyal fonksiyonlar bu ana kadar yeterince incelenmiş değildir. Bu çalışma romatizmal nedenli kronik mitral yetersizliğine sahip hastalarda sol atriyal fonksiyonlarının volüm ölçüm yöntemi kullanılarak belirlenmesi amacıyla planlandı.

MATERYEL VE METOD

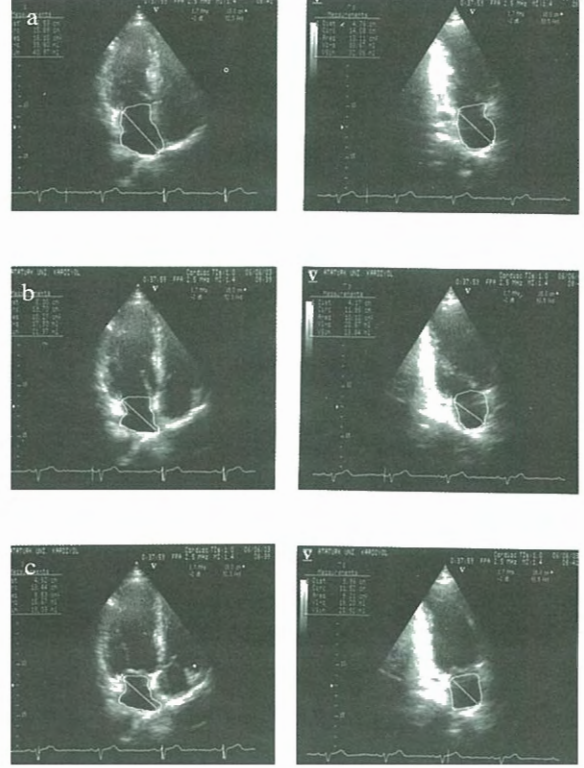
Çalışmaya izole mitral yetersizliği olan ve sinus ritmindeki 18 hasta ile cins ve yaşça uygun 18 sağlıklı gönüllü alındı. Hastalarda tümünde mitral yetersizliğinin nedeni romatizma idi. İskemik kalp hastalığı, hipertansiyon, diabetes mellitus, atriyal fibrilasyon, önemli derecede ek kapak patolojisi ve sol ventrikül sistolik fonksiyon bozukluğu (EF< % 50) olan hastalar çalışmaya alınmadı. Tüm hastalar çalışma öncesi bilgilendirildi ve onayları alındı.

Çalışmaya alınan tüm olguların kayıtları Vingmed sistem V (GE Vingmed Ultrasound, Horten, Norway) ekokardiyografi aygıtı ile 2.5 MHz prob kullanılarak elde edildi. Sol yan yatar pozisyonda parasternal uzun aks, apikal 4 boşluk ve iki boşluk görüntüleri kaydedildi. Parasternal uzun aks görüntüde M mode ile sol ventrikül diyastol sonu ve sistol sonu çapları ölçüldü ve sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu Teichholz metodu ile saptandı. Mitral yetersizliğinin derecesi Helmcke ve arkadaşlarının yöntemine uygun olarak belirlendi⁽⁷⁾. Buna göre regurjitan jet alanının sol atriyum alanına oranı % 20 den küçük olanlar hafif, % 20-40 arasında olanlar orta ve %40 üstü olanlar ileri mitral yetersizliği olarak sınıflandırıldı. Regurjitan jet alanı hem parasternal uzun aks ve hemde apikal 4 boşluk görüntüde kaydedilerek her ikisinin ortalaması alınarak belirlendi. Sol atriyal maksimal volüm (LAV_{max}) mitral kapağın tam açıldığı anda, sol atriyal minimal volüm (LAV_{min}) mitral kapağın tam kapandığı anda ve sol atriyal sistol öncesi volüm elektrokardiyografide p dalgasının başında (LAV_p) ölçüldü.

Sol atriyal volüm ölçümleri biplane "area-length" metodu kullanılarak apikal 4 ve 2 boşluk görüntülerinden ölçüldü ve ortalamaları alındı (Şekil 1). Tüm volümler vücut yüzey alanına göre düzeltildi ve aşağıdaki sol atriyal fonksiyon parametreleri hesaplandı.

1- LA pasif boşalma volümü (LAPEV)= LAV_{max} - LAV_p,
2- LA pasif boşalma fraksiyonu (LAPEF)= LAPEV/ LAV_{max}. 3- Konduit volüm (CV) =Sol ventrikül atım volümü-(LAV_p- LAV_{min}), 4- LA aktif boşalma volümü (LAAEV)= LAV_p- LAV_{min}, 5- LA aktif boşalma fraksiyonu (LAAEF)= LAAEV/ LAV_p, 6- LA total boşalma volümü (LATEV)= (LAV_{max} -LAV_{min}), 7- LA total boşalma fraksiyonu (LATEF)=

LATEV/LA_{max}⁽⁸⁾. Tüm ölçümler ardışık üç kalp atımı esnasında tekrarlanılarak ortalamaları alındı.



Şekil 1: Apikal 4 boşluk (sol panel) ve iki oda (sağ panel) görüntülemelerde sol atriyal volüm ölçümleri

a: Maksimal volüm, b: Atriyal sistol öncesi volüm, c: Minimal volüm,

İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmada elde edilen değerler ortalama ± standart sapma olarak verildi. Farklı gruplar arasındaki ortalamaların karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanıldı. P<0.05 olması anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Hastalar ile kontrol grubu arasında yaş, vücut yüzey alanı ve kalp hızı açısından anlamlı fark yoktu (p>0.05). Sol ventrikül diyastol sonu ve sistol sonu çapları mitral yetersizlikli hastalarda kontrol grubundakilerden önemli derecede büyüktü (p<0.001). Buna karşın her iki grupta da sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonları arasında belirgin farklılık yoktu (p>0.05). Hasta ve kontrol

grubunun özellikleri Tablo I 'de verilmiştir. Mitral yetersizliği olgularında, mitral yetersizliği regurjitan jet alanının sol atriyum alanına oranının ortalama değeri 0.37 ± 10 idi. Mitral yetersizliği olan 18 olgunun 9'unda orta derecede, diğer 9'unda ise ileri derecede mitral yetersizliği mevcuttu. Hastaların hiçbirinde sol atriyum içinde spontan ekokontrast ve trombus gözlenmedi.

Tablo 1: Mitral yetersizliği ve kontrol gruplarının demografik özellikleri

	Mitral Yetersizliği (n=18)	Kontrol (n=18)	P değeri
Yaş (yıl)	43.18 ±15.98	32.66 ±6.38	AD
Cinsiyet (erkek/kadın)	10/8	9/9	AD
Vücut yüzey alanı (m ²)	1.83 ±0.16	1.75 ±0.16	AD
Kalp hızı (atım/dk)	90 ±13	91 ±16	AD
Sol atriyum çapı (cm)	4.77 ±0.57	3.13 ±0.43	<0.001
SV diyastol sonu çapı (cm)	5.87 ±0.53	4.22 ±0.51	<0.001
SV sistol sonu çapı (cm)	4.1 ±0.37	2.8 ±0.35	<0.001
SV ejeksiyon fraksiyonu (%)	63 ±9	68 ±7	AD

(SV: Sol ventrikül, AD: Anlamli değil)

Sol atriyum çapı kontrol gurubuna göre mitral yetersizlikli olgularda anlamlı derecede büyüktü ($p<0.001$). Sol atriyum maksimal volümü, minimal volümü ve atriyal sistol öncesi volümü tüm mitral yetersizliği olgularında kontrollere göre anlamlı derecede artmış bulundu ($p<0.001$). Sol atriyum pasif boşalma volümü ($p<0.01$), sol atriyum aktif boşalma volümü ($p<0.001$), sol atriyum total boşalma volümü ($p<0.001$), konduit volümü ($p<0.005$) mitral yetersizlikli grupta kontrollerden belirgin derecede yüksekti. Buna karşın sol atriyum pasif boşalma fraksiyonu ($p<0.001$), sol atriyum aktif boşalma fraksiyonu ($p<0.001$) ve sol atriyum total boşalma fraksiyonu ($p<0.01$) kontrol grubunda mitral yetersizliği olan gruptan daha yüksek olarak saptandı (Tablo II).

Mitral yetersizlikli hastalar yetersizliğin derecesine göre iki gruba (orta ve ileri mitral yetersizliği) ayrıldı ve sol atriyal fonksiyonlar açısından karşılaştırıldı. Ortalama yaş, vücut yüzey alanı ve kalp hızları açısından orta ve ileri mitral yetersizliği olanlar arasında fark bulunmadı. Sol

ventrikül diyastol sonu çapı ileri mitral yetersizliği olan hastalarda orta dereceli mitral yetersizliği olanlardan daha fazla idi ($p<0.01$). Sol ventrikül sistol sonu çapı, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu, sol atriyum çapı ileri mitral yetersizliği olan hastalarda orta dereceli mitral yetersizliği olanlardan fazla olmasına karşın aralarında anlamlı fark bulunmadı (Tablo III).

Tablo 2: Mitral yetersizliği ve kontrol gruplarında saptanan sol atriyal volüm ve fonksiyonları

	Mitral Yetersizliği (n=18)	Kontrol (n=18)
LA maksimal volüm (cm ³ /m ²)	43.15 ±25.34	11.35 ±4.29**
LA minimal volüm (cm ³ /m ²)	18.41 ±13.18	3.0 ±1.35**
LA sistol öncesi volüm (cm ³ /m ²)	29.98 ±19.70	5.41 ±2.84**
LA pasif boşalma volümü (cm ³ /m ²)	13.16 ±9.78	5.93 ±2.62*
LA pasif boşalma fraksiyonu (%)	0.33 ±0.12	0.52 ±0.10**
Konduit volüm(cm ³ /m ²)	66.37 ±25.85	36.89 ±10.41***
LA aktif boşalma volümü (cm ³ /m ²)	11.57 ±6.35	2.41 ±2.01**
LA aktif boşalma fraksiyonu (%)	0.36 ±0.17	0.41 ±0.19
LA total boşalma volümü (cm ³ /m ²)	24.73 ±20.51	8.35 ±3.62**
LA total boşalma fraksiyonu (%)	0.57 ±0.15	0.73 ±0.10*

(LA: Sol atriyal, * $p<0.01$, ** $p<0.001$, *** $p<0.005$)

Tablo 3: Orta ve ileri mitral yetersizlikli olgularının temel özellikleri

	Orta Mitral Yetersizliği (n=9)	İleri Mitral Yetersizliği (n=9)	P değeri
Yaş (yıl)	39.85 ±17.80	45.77 ±14.98	AD
Cinsiyet (erkek/kadın)	5/4	5/4	AD
Vücut yüzey alanı (m ²)	1.85 ±0.18	1.81 ±0.15	AD
Kalp hızı (atım/dk)	88 ±6	92 ±18	AD
Sol atriyum çapı (cm)	4.70 ±0.47	4.81 ±0.67	AD
SV diyastol sonu çapı (cm)	5.50 ±0.36	6.20 ±0.42	<0.001
SV sistol sonu çapı (cm)	3.93 ±0.40	4.2 ±0.30	AD
SV ejeksiyon fraksiyonu (%)	58 ±4	68 ±10	AD

(SV: Sol ventrikül, AD: Anlamli değil)

Sol atriyum maksimal volümü, minimal volümü ve atriyal sistol öncesi volümü ileri mitral yetersizliği olan grupta orta mitral yetersizliği olanlardan fazla olmasına karşın aralarında anlamlı fark saptanmadı. Sol atriyum pasif boşalma volümü ve konduit volümler orta ve ileri mitral yetersizliğinde benzer olarak bulundu. Sol atriyal aktif boşalma volümü ve sol atriyal total boşalma volümü açısından aralarında önemli farklılık olmamasına karşın ileri mitral yetersizliğinde daha büyüktü. Yine aralarında önemli fark saptanmamasına rağmen sol atriyal pasif boşalma fraksiyonu ve sol atriyal total boşalma fraksiyonu ileri mitral yetersizliği olan olgularda daha düşük olarak bulundu (Tablo IV).

Tablo 4: Orta ve ileri mitral yetersizliği gruplarında saptanan sol atriyal volümler

	Orta Mitral yetersizliği (n=9)	İleri Mitral yetersizliği (n=9)	P değeri
LA maksimal volümü (cm ³ / m ²)	36.11 ±21.39	47.84 ±27.85	AD
LA minimal volümü (cm ³ / m ²)	15.41 ±11.55	20.41 ±14.95	AD
LA sistol öncesi volümü (cm ³ / m ²)	22.78 ±15.20	34.78 ±21.65	AD
LA pasif boşalma volümü (cm ³ / m ²)	13.33 ±6.68	13.05 ±11.81	AD
LA pasif boşalma fraksiyonu (%)	0.39 ±0.08	0.28 ±0.13	AD
Konduit volüm (cm ³ / m ²)	66 ±21	66 ±29	AD
LA aktif boşalma volümü (cm ³ / m ²)	7.36 ±4.39	14.37 ±15.26	AD
LA aktif boşalma fraksiyonu (%)	0.33 ±0.11	0.39 ±0.20	AD
LA total boşalma volümü (cm ³ / m ²)	20.70 ±10.68	27.42 ±25.39	AD
LA total boşalma fraksiyonu (%)	0.59 ±0.10	0.55 ±0.18	AD

(LA: Sol atriyum, AD: Anlamlıdeğil)

TARTIŞMA

Bu çalışmanın sonuçları kronik mitral yetersizliğinde sol atriyal maksimal, minimal, atriyal sistol öncesi, sol atriyal pasif, sol atriyal aktif ve sol atriyal total boşalma volümlerinde

belirgin derecede artmanın olduğunu, buna karşın sol atriyal pasif, sol atriyal aktif ve sol atriyal total boşalma fraksiyonlarının ise önemli ölçüde azaldığını göstermektedir.

Sol atriyumun ventrikül sistolü esnasında depo, erken ve orta ventrikül diyastolü sırasında ise pasif konduit ve geç diyastolde ise sol ventrikül doluşunun arttırılmasını sağlayan fonksiyonları vardır. Sol atriyumun mekanik boşalma fonksiyonları bir çok patolojik durumdan etkilenmektedir. Sol ventrikül diyastolik fonksiyon bozukluğunda, konjestif kalp yetersizliğinde, mitral darlığında sol atriyal boşalma fonksiyonlarında buna uygun değişikliklerin varlığı gösterilmiştir^(2,9,10). Ancak kronik mitral yetersizliğinde sol atriyal fonksiyonlar yeterince çalışılmamıştır. Çalışmamızda kronik romatizmal mitral yetersizlikli hastalarda sol atriyumun tüm volümlerinde belirgin derecede artmanın olduğu tespit edildi. Bu kronik mitral yetersizliğinde sol atriyuma regürjite olan volüm ve buna ilave olarak diyastolde pulmoner venlerden gelen kanın toplamı ile olabilir.

Erol ve ark. yaptıkları çalışmada mitral yetersizliğine bağlı kalp yetersizliği olan hastalarda sol atriyal volümlerinde belirgin derecede artmanın olduğunu göstermişlerdir⁽¹¹⁾. Bizim bulgularımız bu çalışmanın sonuçları ile uyum içerisinde.

Mitral yetersizliğine sahip hastalarda artmış sol atriyal volümlere karşın, sol atriyal boşalma fraksiyonlarında kontrollere nazaran önemli derecede azalmanın olması, mitral yetersizliğinde sol atriyuma fazla miktarda olan regurjitan volüm yükünün sol atriyumda kontraksiyon öncesi fibril uzunluğunu normal sınırların üstünde arttırması, buna ilave olarak romatizmal olayın atriyal fibrozise yol açması nedeniyle olabilir. Frank-Starling mekanizması sol ventrikülde işlediği gibi sol atriyumda da aynı şekilde işlev görmektedir. Deneysel ve klinik çalışmalar sol atriyal fonksiyonlarının kontraksiyon öncesi fibril uzunluğuna, otonom sinir sisteminin aktivasyonuna ve ardyüke bağlı olduğunu göstermiştir^(12,13,14).

Bir çalışmada kronik böbrek yetersizliği olan hastalarda hemodiyalizle sol atriyal fonksiyonlarda iyileşmenin olduğu rapor edilmiştir⁽¹⁵⁾. Bu çalışmada artmış volüm yükünün azaltılması ile sol atriyal fonksiyonlar üzerine olan artmış iş yükünün azaltılması ve sonuç olarak sol atriyal fonksiyonlarda iyileşmenin olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışma ve bizim çalışmamız sol atriyum üzerine olan artmış volüm yükünün sol atriyal fonksiyon üzerine kötü etki oluşturduğuna bir örnektir. Çalışmamızda orta ve ileri mitral yetersizliğinde sol atriyal volüm ve fonksiyonlarının benzer derecede etkilendiği bulundu. Bu bulgu sayesinde önemli derecede artmış sol atriyal iş yükünün belli bir sınırdan sonraki artışın üzerindeki artışlarda dahi sol atriyal fonksiyonlarda önemli oranda bir değişiklik oluşturmadığını söyleyebiliriz. Bununla birlikte her iki grupta da olgu sayımızın az olması bu sonuç açısından sınırlı bir değer taşımaktadır. Son yayınlanan kapak hastalıkları kılavuzunda⁽¹⁶⁾ mitral yetersizlikli hastalara daha erken dönemde müdahalenin yapılması tavsiye edilmektedir. Yapılacak ilave çalışmalarla sol atriyal fonksiyonlarının belirlenmesinin mitral kapak cerrahi girişim zamanlamasının planlanmasına ek bir katkı sağlayabileceğine inanmaktayız. Sonuç olarak kronik romatizmal mitral yetersizliğinde sol atriyumda tüm volümlerde belirgin artışın olmasına karşılık, sol atriyal aktif, pasif ve total boşalma fraksiyonları önemli ölçüde azalmıştır. Fizyolojik sınırların üzerinde artan volüm yükü sol atriyal kontraktıl fonksiyonlarında azalma yapmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Kotler MN, Jacobs LE: Left atrial filling revisited: A noninvasive index in quantifying the severity of mitral regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 1999;3:218-21
2. Stefanadis C, Demellis J, Toutouzas P: A clinical appraisal of left atrial function. *Eur Heart J* 2001;22:22-36
3. Hoit BD, Gabel M: Influence of left ventricular dysfunction on the role of atrial contraction. *J Am Coll Cardiol* 2000; 36:1713-9
4. Manning WJ, Silverman DI, Katz SE, Douglas PS: Atrial ejection force: a noninvasive assessment of atrial systolic function. *J Am Coll Cardiol* 1993;22:221-5
5. Demellis J, Tsiamis E, Stefanadis C, Pitsavos C, Toutouzas P: Effects of postural changes on left atrial function in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Am Heart J* 1998;136:982-7
6. Harrison MR, Clifton GD, Pennell AT, DeMaria AN: Effect of heart rate on left ventricular diastolic transmitral flow velocity patterns assessed by Doppler echocardiography in normal subjects. *Am J Cardiol* 1991;61:622-7
7. Helmcke F, Nanda NC, Hsiung MC et al: Color Doppler assessment of mitral regurgitation with orthogonal planes. *Circulation* 1987;75:175-83
8. Toutouzas K, Trikas A, Pitsavos C, Barbetseas J, Androulakis A, Stefanadis C: Echocardiographic features of left atrium in elite male athletes. *Am J Cardiol* 1996;78:1314-7
9. Triposkiadis F, Moyssakis I, Hadjinikolaou L et al: Left atrial systolic function is depressed in idiopathic and preserved in ischemic dilated cardiomyopathy *Eur J Clin Invest* 1999;29:905-12
10. Triposkiadis F, Trikas A, Pitsavos C, Papadopoulos P, Toutouzas P: Relation of exercise capacity in dilated cardiomyopathy to left atrial size and systolic function. *Am J Cardiol* 1992;70:825-7
11. Erol MK, Yılmaz M, Açikel M, Bozkurt E, Şenocak H: Konjestif kalp yetersizlikli hastalarda sol atriyal mekanik fonksiyonlar. *Türk Kardiyol Dern Arş* 2002; 30:172-6
12. Braunwald E, Frahm CJ: Studies on starling's law of the heart. Observations on the hemodynamic functions of the left atrium in man. *Circulation*, 1961;24:633-42
13. Yamaguchi M, Arakawa M, Tanaka T, Takaya T, Nagano T, Hirakawa S: Study on left atrial contractile performance. Participation of the Frank-Starling mechanism. *Jpn Circ J* 1987;51:1001-9
14. Williams JF, Sonnenblick EH, Braunwald E: Determinants of atrial contractile force in the intact heart. *Am J Physiol* 1965;209:1061-8
15. Yılmaz M, Erol MK, Çetinkaya R, Alp N: Effect of haemodialysis on left atrial mechanical function in patients with chronic renal failure. *Acta Cardiol* 2002;57:257-60

16. ACC/AHA Guidelines for the Management of Patients With Valvular Heart Disease A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Management of Patients With Valvular Heart Disease) J Am Coll Cardiol 1998;32:1486-588