

# Mitral Yetersizliğinde Cerrahi Zamanının Belirlenmesinde Pulsed Doppler Ekokardiyografi ile Ölçülen Mitral Kapak Regürjitasyon Fraksiyonunun Rolü

## ROLE OF MITRAL VALVE REGURGITATION FRACTION MEASURED BY PULSED DOPPLER ECHOCARDIOGRAPHY IN DETERMINING SURGICAL TIME IN MITRAL REGURGITATION

Mustafa CEMRİ\*, Rıdvan YALÇIN\*\*, Atiye ÇENGEL\*\*\*, Mehmet ALKAN\*\*,  
Övsev DÖRTLEMEZ\*\*\*\*, Halis DÖRTLEMEZ\*\*\*\*

\* Dr.Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji ABD,

\*\* Yrd.Doç.Dr.Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji ABD,

\*\*\* Doç.Dr.Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji ABD,

\*\*\*\* Prof.Dr.Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji ABD, ANKARA

### Özet

Mitral yetersizliğinin (MY) ciddiyetinin saptanması uygun tıbbi veya cerrahi tedavinin yapılabilmesi açısından önemlidir. Bu amaçla kullanılan klasik referans yöntemi kontrast ventrikülografidir. Ancak, kontrast ventrikülografi ile orta derecede (2"/4) MY saptanan hastalarda cerrahi kararını vermek bazen zor olabilmektedir. Pulsed Doppler ekokardiyografi (PDF.) ile mitral kapak regürjitasyon fraksiyonunun (MKRF) ölçülmesi bu konuda değerlendirmeyi kolaylaştıran yardımcı yöntemlerden birisidir. Bu çalışmaya, sol ventrikülografilerinden orta dereceli MY düşünülen. MY'den başka kalp kapak hastalığı saptanmayan ve kardiyak ya da kalp dışı morbiditesi de bulunmayan 25 hasta alındı. PDE ile hesaplanan mitral ve aort kapak atan volümlerinin farkının mitral kapak atım volümüne oranlanması ile MKRF hesaplandı. MKRF'i % 50'nin üzerinde olması (Grup I, n: 13) ve % 50'nin altında olmasına (Grup II, n: 12) göre iki grup oluşturuldu. Grup I'de MKRF ortalama % 63.84±7.9 (% 52-77) saptandı ve MY ciddi kabul edilerek, ameliyat önerilip, ameliyat sonrası erken ve geç dönem fonksiyonel kapasite ve sol ventrikül fonksiyon parametreleri değerlendirildi. Grup II'de MKRF ortalama %, 43±5.2 (% 24-49) ölçülüp, bunlardaki MY'nin tıbbi takibi kararlaştırıldı. Grup I'de ameliyat sonrası erken dönemde, sol ventrikül diyastol sonu çap ve volümde istatistiksel yönden anlamlı bir azalma olurken ( $p<0.05$ ), sistol sonu çap ve volümde de azalmanın mevcut olduğuna ancak istatistiksel anlamlılık taşımadığı görüldü ( $p>0.05$ ). Sol ventrikül fırlatma oranında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma saptandı ( $p<0.05$ ). Ameliyat sonrası geç dönemde, sol ventrikülün hem diyastol sonu çap ve volümünde, hem de sistol sonu çap ve volümünde anlamlı bir azalma olurken ( $p<0.05$ ), sol ventrikül fırlatma

### Summary

Determination of seriousness of mitral regurgitation (MR) is very important in order to apply suitable medical or surgical treatment. Classical reference method used for this purpose is contrast ventriculography. However, it may be difficult to decide on surgical treatment for patients for whom medium degree (2"/4) MR was determined by contrast ventriculography. Measuring of mitral valve regurgitation fraction (MVRF) by Pulsed Doppler echocardiography (PDE) is one of the auxiliary that facilitates the evaluation in this subject. For this study 25 patients, who are thought of medium degree (2"/4) MR. who do not have any heart valve disease other than MR and who do not have cardiac or other heart morbidity, are taken. MVRF is calculated by taking the proportion of difference of mitral and aorta valve stroke volume to mitral valve stroke volume. Two groups were established according to MVRF larger than 50%, (Group I, n: 13) and MVRF smaller than 50% (Group II, n: 12). In Group I MVRF is determined as average 63.84±7.9 %, (52%-77%) and MR was accepted to be serious, operation was suggested; and after the operation early and late stage functional capacity and left ventricular function parameters were evaluated. In Group II MVRF was measured average 43±5.2%, (24%-49%), medical management of MR was decided. In Group I, in post operation early stage, left ventricular end-diastolic diameter and volume there has been a significant decrease from statistical point of view ( $p<0.05$ ), left ventricular end-systolic diameter and volume decrease was seen, however it was determined that this carried no statistical significance ( $p>0.05$ ). A statistically significant decrease in left ventricular ejection fraction has been determined ( $p<0.05$ ). In post operation late stage while in both left ventricular end-diastolic diameter and volume and end-systolic diameter and volume, there has been a significant decrease ( $p<0.05$ ); in left ventricular ejection fraction contrary to early post-operation value, a significant increase is determined ( $p=0.05$ ). The reason for this improvement in left ventricular systolic function is mainly related to considerable decrease in end-systolic diameter and volume. In early post-operation

Geliş Tarihi: 10.01.1997

Yazışma Adresi: Dr. Mustafa CEMRİ  
Işık Sokak 5/10  
06570 Tandoğan, ANKARA

oranında erken ameliyat değerinin aksine istatistiksel yönden anlardı bir artış olduğu saptandı ( $p<0.05$ ). Sol ventrikül sistolik fonksiyonundaki bu düzelmeyen nedeni, büyük oranda, sistolik sonu çap ve volümünün belirgin azalması ile ilgilidir. Erken ameliyat sonrası dönemde, fırlatma oranının düşmesi eiddi MY olan olgularda beklenen bir sonuç olarak düşünüldü. Geç ameliyat sonrası dönemde % 64 oranında semptomatik düzelmeye sağlanması ve fırlatma oranında anlamlı bir artış bulunması olumlu bir sonuç kabul edildi. Sonuç olarak, PDE de ölçülen mitral kapak regürjitasyon fraksiyonunun orta derecede MY olan olgularda ameliyat kararını etkileyen bir ölçüt olarak kullanılabileceği kanaatine varıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Mitral yetersizliği,  
Pulsed Doppler ekokardiyografi,  
Mitral kapak regürjitasyon fraksiyonu

T Klin Kardiyoloji 1997, 10:83-87

Mitral kapak aygıtı denildiğinde, mitral anülüs, mitral yaprakçıklar, korda tendinealar ve papiller adaleler anlaşılır (1). Bu yapılardan herhangi birindeki anormallik mitral yetersizliğine (MY) neden olabilir. MY'nin nedeninin ve ciddiyetinin saptanması hem prognozun değerlendirilmesi hem de uygun tıbbi veya cerrahi tedavinin yapılabilmesi açısından önemlidir (2). MY'de yetersizliğin derecesi ile orantılı olarak, sol ventrikülün hacim yükü artar. Bu durum miyokardiyal hasar ve semptomlara yol açar. Hafif MY'de sadece intektif endokardit profilaksisi yeterli iken, ciddi yetersizlikte yakın takip ve nihayetinde, semptomları hafifletmek ya da sol ventrikül fonksiyon bozukluğunu önlemeye yönelik cerrahi girişim gerekir.

MY'de hacim yükü ve sol ventrikül diastol sonu çapının artmasına rağmen, sol ventrikül ard yükü düşüktür. Sol ventrikül sistolik performansını gösteren parametreler hemen her zaman olduğundan daha iyi bulunur ve bu durum hastanın operasyona verilme süresini geciktirebilir. Bu da, hastaların ameliyat sonrası iyileşme olasılıklarını azaltır (3). Bu nedenle, cerrahi zamanının iyi seçilmesi, prognozu belirler.

Çalışmamızda kronik, izole MY'de cerrahi zamanının belirlenmesinde, pulsed Doppler ekokardiyografi ile mitral kapak regürjitasyon fraksiyonu (MKRF) ölçülmesinin katkısı araştırıldı.

*stage, decrease of ejection fraction is thought as an expected result in serious MR. In late post-operation stage achieving 64% symptomatic improvement and finding a significant increase in ejection fraction are considered as positive results. As a result, it is decided that MVRF measured by PDE is a criterion effecting in operation decision in medium degree MR case.*

**Key Words:** Mitral regurgitation,  
Pulsed Doppler echocardiography,  
Mitral valve regurgitation fraction

T Klin J Cardiol 1997, 10:83-87

## Materyel ve Metod

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji kliniğinde, anamnez, fizik muayene ve kontrast sol ventrikülograflerinden orta dereceli (2°/4) MY düşünülen; rutin M mode, iki boyutlu ve Doppler ekokardiyografik incelemelerinden MY'den başka kalp kapak hastalığı saptanmayan ve kardiyak ya da kalp dışı morbiditesi de bulunmayan 25 hasta çalışmaya alındı. Pulsed Doppler ekokardiyografik (PDE) incelemeler, General Electric RT 6800 cihazı ile 2,5 ve 3,5 MHz'lik transducer kullanılarak yapıldı. Ekokardiyografik değerlendirme sırasında, göriintülerin video kayıtları alındı. Tüm ölçümler hastaların klinik ve hemodinamik verilerinden habersiz bir kardiyolog tarafından yapıldı.

## Ekokardiyografi

*Mitral atım volümünün hesaplanması:* Mitral orifisin elipsoid olduğu kabul edilirse, mitral orifisin çapı, mitral anülüsün çapına eşittir. Bu çap, apikal dört boşluk konumunda diastol ortasında, mitral kapakçıkların kaidesinden ölçüldü. Mitral hız-zaman integrali, apikal dört boşluk konumunda, sample volume mitral kapakçıkların tam ucuna yerleştirilerek diastolde ölçüldü. Mitral atım volümü, anlık kapak alanı ve hız-zaman integralinin çarpılmasından elde edildi.

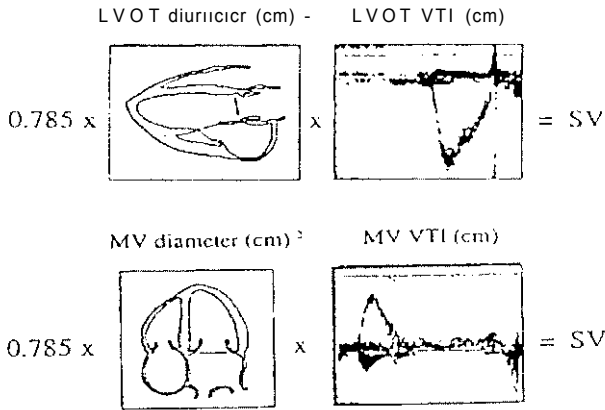
*Aort atım volümünün hesaplanması:* Sol ventrikül çıkış yolunun çapı, sol parasternal uzun aksa, sistol ortasında, aort kapakçıkları kaidesinin hemen proksimalinden ölçüldü. Sol ventrikül çıkış yolunun sirküler geometri olduğu kabul edildi.

Aort hız-zaman integrali, apikal 5 boşluk konumunda pulsed Doppler metodu kullanılarak, sample volume aortik anülüs seviyesine yerleştirilerek ölçüldü. Hız-zaman integrali, ortalama hız ve ejection zamanıyla ilgili olarak, anlık hız eğrisi altında kalan alan çizilerek hesaplandı. Aort atım volümü, anlık kapak alanı ve hız-zaman integralinin çarpılmasından elde edildi.

Atrial fibrilasyonlu hastalarda hem mitral hem de aort atım volümleri hesaplanırken her parametre 5 kez, farklı sıklısta ölçülüp bunların ortalamaları alındı.

Mitral ve aort kapak atım volümlerinin farkının mitral kapak atım volümüne oranlanması ile MKRF hesaplandı (Tablo 1).

**Tablo 1.** Aort ve mitral atım volümlerinin hesaplanması. SV: Atım volümü, MV diameter: Mitral kapak anülüs çapı, MV VTI: Mitral kapak hız zaman integrali, LVOT diameter: Sol ventrikül çıkış yolu çapı, LVOT VTI: Sol ventrikül çıkış yolu hız zaman integrali.



**Tablo 2.** Grup II (n: 12)'deki hastalarda çeşitli parametrelerin ölçümleri (ortalama ± standart sapma)

|  |              |
|--|--------------|
| Mitral kapak regüirjıtasyon fraksiyonu (%) | 43.12 ± 5.2  |
| Sol atrium büyüklüğü (mm)                  | 54 ± 6.2     |
| Diastol sonu çap (mm)                      | 58 ± 10.2    |
| Sistol sonu çap (mm)                       | 38 ± 8.4     |
| Diastol sonu volüm (cm <sup>3</sup> )      | 201.6 ± 51.5 |
| Sistol sonu volüm (cm <sup>3</sup> )       | 64.4 ± 22.4  |
| Fırlatma oranı (%)                         | 68.7 ± 4.0   |

MKRF'nun % 50'in üzerinde olması (Grup I= 13 hasta) ve % 50'nin altında olmasına (Grup II = 12 hasta) göre hastalar 2 gruba ayrıldı. Grup I'deki 13 hastanın 11'i kadın, 2'si erkek, yaş aralığı 19-66, ortalama yaş 36.8-14.3 yıl idi. MY nedeni 7 hastada geçirilmiş romatizmal ateş, 5 hastada mitral kapak prolapsusu, 1 hastada geçirilmiş infektif endokardit idi. 8 hasta sinüzal ritimli iken, 5 hastada atrial fibrilasyon vardı. Bu hastalarda MKRF'u en düşük % 52, en yüksek % 77, ortalama % 63.8±7.9 saptandı ve MY ciddi kabul edilerek, ameliyat önerilip, ameliyat sonrası erken (2 hafta sonra) ve geç (12 hafta sonra) dönem fonksiyonel kapasite, sol atrium büyüklüğü ve sol ventrikül fonksiyon parametreleri değerlendirildi.

Ameliyat öncesi Grup I'deki 13 hastanın (NYHA'c göre) 4'ünün efor kapasitesi sınıf III, 6'sının sınıf II, 3'ünün ise sınıf I idi.

Grup I ve II arasında yaş ve cinsiyet dağılımı açısından önemli fark yok iken, Grup II'deki hastaların fonksiyonel kapasiteleri daha iyi (12 hastanın 7'sinin sınıf II, 5'nin sınıf I), atrial fibrilasyon oranı daha az (12 hastanın 3'ünde atrial fibrilasyon, 9'unda sinüzal ritim), MY nedeni 12 hastanın 7'sinde geçirilmiş romatizmal ateş, 5'inde ise mitral kapak prolapsusu idi. Grup II'de MKRF'u en düşük % 24, en yüksek % 49, ortalama % 43.12±5.2 ölçülüp, bunlardaki MY'nin tıbbi takibi kararlaştırıldı (Tablo 2).

Çalışmada ele alınan tüm parametreler, ortalama+standart sapma (X±SD) ile ifade edildi. Veriler istatistikî yönden, Kolmogorov - Smirnov Goodnes of Fit testi ve bağımlı student T testi ile değerlendirildi.

## Sonuçlar

Ameliyat önerilen 13 hastanın 9'una mitral kapak değişimi (MKD), 4'üne mitral kapak tamiri (MKT) uygulandı. MKT yapılan hastalarda MY etiyojisi, 3'ünde mitral kapak prolapsusu, birinde ise geçirilmiş romatizmal ateşti.

Ameliyat sonrası erken dönemde (2 hafta sonra), sol atriyum büyüklüğünde, diastol sonu çapı ve volümde istatistikî yönden anlamlı bir azalma olurken (p<0.05), sistol sonu çap ve volümde de azalmanın mevcut olduğu ancak istatistikî anlamlılık taşımadığı görüldü (p>0.05). Sol ventrikül fir-

**Tablo 3.** Mitral yetersizliği nedeniyle ameliyat edilen hastaların ameliyat öncesi ve ameliyattan 2 hafta sonra çeşitli parametrelerinin ölçümlerinin ortalaması,

|  | Ameliyat öncesi (n: 13) | Ameliyattan 2 hafta sonra | p      |
|--|-------------------------|---------------------------|--------|
|  | Ortalama ± SD           | Ortalama ± SD             |        |
| Sol atrium büyüklüğü (mm)              | 58.6 ± 8.1              | 51.4 ± 5.5                | 0.001* |
| Diyastol sonu çap (mm)                 | 66.0 ± 8.6              | 62.0 ± 7.5                | 0.008* |
| Sistol sonu çap (mm)                   | 44.9 ± 7.5              | 43.6 ± 7.3                | 0.20   |
| Diyastol sonu volüm (cm <sup>3</sup> ) | 217.1 ± 71.5            | 191.0 ± 47.7              | 0.006* |
| Sistol sonu volüm (cm <sup>3</sup> )   | 91.3 ± 30.4             | 87.0 ± 27.9               | 0.17   |
| Fırlatma oranı (%)                     | 59.6 ± 8.7              | 55.6 ± 9.2                | 0.041  |

\*p<0.05 ise anlamlı kabul edildi.

**Tablo 4.** Mitral yetersizliği nedeniyle ameliyat edilen hastaların ameliyat öncesi ve ameliyattan 12 hafta sonra çeşitli parametrelerin ölçümlerinin ortalaması

|  | Ameliyat öncesi (n: 11) | Ameliyattan 12 hafta sonra | p      |
|--|-------------------------|----------------------------|--------|
|  | Ortalama ± SD           | Ortalama ± SD              |        |
| Sol atrium büyüklüğü (mm)              | 58.5 ± 7.9              | 49.2 ± 3.9                 | 0.001* |
| Diyastol sonu çap (mm)                 | 57.3 ± 8.6              | 59.7 ± 6.0                 | 0.006* |
| Sistol sonu çap (mm)                   | 46.2 ± 7.3              | 39.3 ± 4.8                 | 0.006* |
| Diyastol sonu volüm (cm <sup>3</sup> ) | 225.1 ± 74.5            | 188.0 ± 47.8               | 0.006* |
| Sistol sonu volüm (cm <sup>3</sup> )   | 96.4 ± 30.4             | 67.0 ± 21.6                | 0.001* |
| Fırlatma oranı (%)                     | 58.3 ± 8.7              | 65.2 ± 5.02                | 0.05*  |

\*p<0.05 ise anlamlı kabul edildi.

latma oranında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma saptandı (p<0.05) (Tablo 3).

Aynı parametreler ameliyattan 12 hafta sonra kontrole gelen 11 hastada ölçüldü. Sol atrium büyüklüğünde, sol ventrikülün hem diyastol sonu çapı ve volümünde, hem de sistol sonu çap ve volümünde anlamlı bir azalma ile birlikte (p<0.05), sol ventrikül fırlatma oranında erken ameliyat sonrası değerinin aksine istatistiksel yönden anlamlı bir artış olduğu (p=0.05) saptandı (Tablo 4). 12 hafta sonra kontrole gelen 11 hastanın birinde periferik tromboemboliye bağlı serebrovasküler olay (SVO) geliştiği öğrenildi. Bu 11 hastanın 7'sinde fonksiyonel kapasitede düzelleme (3'ünde sınıf IU'den sınıf H'ye, birinde sınıf IU'den sınıf I'e, 3'ünde sınıf H'den sınıf Fc yükseldiği) vardı. SVO geçiren bir hastanın fonksiyonel kapasitesi sınıf II'den sınıf III'e düşmüştü.

### Tartışma

MY'nin hangi aşamasında cerrahi girişim uygulanacağı konusu henüz tam aydınlanmamıştır. Cerrahi girişim endikasyonunda, MY'nin derecesi,

sol ventrikül fonksiyonu, yaş ve etiyoloji önemlidir (4,5). MY'nin ciddiyetinin ve sol ventrikül fonksiyonunun, çeşitli tekniklerden farklı olarak, çalışmamızdaki gibi, pulsed Doppler ekokardiyografi ile MKRF'u da ölçülerek kantitatif olarak belirlenmesi prognoz, takip ve tedavi açısından daha yol gösterici olmuştur (2, 6-14).

Çalışmalarda MKRF<% 35 olduğunda, bu durumun uzun süre tolere edilebileceği ve regürjasyon artmaz ya da araya bir hastalık girmezse nadiren sol ventrikül fonksiyon bozukluğunun geliştiği görülmüştür (2). MKRF>50 olduğunda, sol ventrikül fonksiyon bozukluğunun başladığı ve hastaların semptomatik hale gelebildiği bildirilmiştir. MKRF % 35-50 olduğunda, orta derece bir regürjasyon vardır ve yakın takip edilmesi gereken hastalardır. Sol ventrikül sistol sonu çapı 45 mm'yi geçmeden ve sol ventrikül fırlatma oranı %60'ın altına düşmeden ameliyat önerilmektedir (13). Bizim çalışmamızda da, ameliyat önerilen hastaların ortalama sistol sonu çapı 44.9±7.5 mm, ortalama fırlatma oranı %59.6 ±8.7'dir. Ancak bu

hastaların kontrast sol ventrikülograflerinde orta dereceli (2°/4) bir MY vardı ve ameliyat kararının verilmesinde MKRF'nun >% 50 olması belirleyici olmuştur. Bu yöntemin sınırlılığı, sadece saf MY'de doğru sonuç verebilmesidir.

Çalışmamızda, ameliyat sonrası erken dönemde diyastol sonu çap ve volümde azalma olurken ( $p<0.05$ ), sol ventrikül fırlatma oranında artış değil, azalma saptanmıştır. Bu MY olan olgularda erken ameliyat sonrası dönemde beklenen bir sonuç olarak düşünüldü. Sol atrium büyüklüğündeki azalma, sol atrium komplians ve başmandaki azalmanın bir sonucu olabilir.

Hastalarımızın geç ameliyat sonrası dönemde sol atrium büyüklüğü, sol ventrikül diyastol sonu çapı ve volümde, sol ventrikül sistol sonu çap ve volümdeki azalma daha belirginleşmiş ve sol ventrikül fırlatma oranındaki değişme pozitif yöne kayarak, ameliyat öncesine göre anlamlı olarak artmıştır. Sol ventrikül sistolik fonksiyonundaki bu düzelmenin nedeni, büyük oranda, sistol sonu çap ve volümünün belirgin azalması ile ilgilidir.

Ameliyat sonrası olması istenen sonuçlardan bilisi de semptomatik düzelmeye sağlanmasıdır ki bu, 11 hastanın 7'sinde (% 64) başarılmıştır. MY'li olgularda protez kapak ameliyatı sonrası mitral kapak alanının rölatif azaltılmış olmasının bir sonucu olarak sol atriumun boşalması gecikmekte ve trombus eğilimi artmaktadır. Bizim de mekanik protez kapak takılan bir hastamızda, transtorasik ekokardiyografide saptanamamasına karşın, muhtemelen tromboemboliye sekonder serebrovasküler olay meydana gelmiştir.

Etiyolojinin bilinmesi özellikle mitral kapak değişimi (MKD) mi yoksa mitral kapak tamiri (MKT) mi uygulanacağına karar verilmesi bakımından önemlidir (5). Kalın, kalsifiye, ciddi deforiniteli kapaklarda ve ciddi korda hasarında MKD yapılırken, romatizmal nedenlerin azalması, buna karşın mitral kapak prolapsusunun ve iskemik nedenlerin nisbeten artış göstermesi MKT tercihini arttırmaktadır. Ülkemizde MY'nin en sık nedeni hala romatizmal olduğundan MKD daha sık (13 hastadan 9 tina) uygulanmıştır.

Sonuç olarak, kronik, izole MY'de pulsed Doppler ekokardiyografı ile MKRF'nun ölçülmesi hastaların prognoz ve tedavisini belirlemede kantitatif bilgiler sağlayan, daha sık kullanılması gerekli, invazif olmayan, ucuz ve güvenilir bir yöntemdir.

#### KAYNAKLAR

1. Braunwald EG. Heart diseases, a textbook of cardiovascular medicine. WB Saunders co.1992; vol 2:1018-29.
2. Blase A, Carabello. What exactly is ? + to 3 + mitral regurgitation? J. Am. Coll. Cardiol. 1992; 19:339-40.
3. L: Bonow RO, Nikas D, Elefteriades JA:Valvc Replacement for Regurgitant lesions of the Aortic or mitral valve in advanced left ventricular dysfunction. Cardiology Clinics 1995; 13:73-83.
4. Saron ME, Tajik AJ, Schaff HV et al. Echocardiographic prediction of survival after surgical correction of organic mitral regurgitation. Circulation 1994; 90:
5. Kumar R, Sinha N, Ahuja RC, et al. Etiology of isolated mitral regurgitation: a clinico-echocardiographic study. Indian Heart J. 1993; 45:173-8.
6. Feigenbaum H. Echocardiography. 5th edition. A Waverly Company 1994; 251-62.
7. Triboulloy C, Shen WF, Slama MA, et al. Non-invasive measurement of the regurgitant fraction by pulsed Doppler echocardiography in isolated pure mitral regurgitation. Br Heart J 1991; 66:290-4.
8. Utsunomiya T, Patel D, Doshi R, et al. Can signal intensity, of the continuous wave Doppler regurgitant jet estimate severity of mitral regurgitation? Am. Heart J. 1992; 123:166-71.
9. Helmcke F, Nanda N, Hsiung M, et al. Color Doppler assessment of mitral regurgitation with orthogonal planes. Circulation 1987; 75:175-83.
10. Zhang Y, Ihlen H, Myhr E, et al. Measurement of mitral regurgitation by Doppler echocardiography. Br. Heart J 1985; 54: 384-91.
11. Rivera JM, Vondervoort PM, Moms E, et al. Visual assessment of valvular regurgitation: Comparison with quantitative Doppler measurements. J. Am. Soc. Echocardiography 1994; 7:408-7.
12. Glager D, Globits S, Neuhold A, et al. Assessment of mitral regurgitation by magnetic resonance imaging. Magn-Reson-Imaging.1989 Nov-Dec; 7(6): 611-7.
13. Dumesnil JG, Dion D, Yvorchuk, et al. A new, simple and accurate method for determining ejection fraction by Doppler echocardiography. Can J Cardiol 1995 Dec; M(M): 1007-14.
14. Wisenbough T, Skudicky D, Sareli P, et al. Prediction of outcome after valve replacement for rheumatic mitral regurgitation in the era of chordal preservation. Circulation. 1994, 89:191-7.