



T.C.
İSTANBUL BİLİM ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
KARDİYOLOJİ ANABİLİM DALI

MİTRAL KAPAK DEĞERLENDİRİLMESİ: TRANSTORASİK
EKOKARDİYOGRAFI VE KARDİYAK MANYETİK REZONANS
GÖRÜNTÜLEMENİN KARŞILAŞTIRILMASI

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Saide Aytekin

Dr. F.Funda Helvacıoğlu

Kardiyoloji Uzmanlık Tezi

İSTANBUL - 2010

ÖNSÖZ

Kardiyoloji uzmanlık eğitimimi en iyi koşullarda tamamlamamı sağlayan, başta Türk Kardiyoloji Vakfı ve Florence Nightingale Hastaneleri kurucusu merhum Sayın Prof. Dr. Cem'i Demiroğlu'na, Türk Kardiyoloji Vakfı ve İstanbul Bilim Üniversitesi Mütevelli Heyeti Başkanı Sayın Prof. Dr. İ.C. Cemşid Demiroğlu'na, Mütevelli Heyeti 1. Başkan Yardımcısı Sayın Prof.Dr: Nuran Yazıcıoğlu'na, İstanbul Bilim Üniversitesi Kurucu Rektörü Sayın Prof. Dr. Canan Efendigil Karatay'a ve Üniversitemiz Rektörü Sayın Prof. Dr. Hakan Berkkan'a

Kardiyoloji Anabilim Dalı Başkanı değerli hocam, tüm uzmanlık eğitimim ve invaziv kardiyoloji rotasyonu boyunca kendisinden çok şey öğrendiğim, tecrübesi ve bilgisinden faydalandığım Sayın Prof. Dr. Vedat Aytekin'e ve eğitim sürecime unutulmaz katkılarından dolayı değerli hocam merhum Sayın Prof. Dr. Remzi Özcan'a, uzmanlık eğitimim ve ekokardiyografi rotasyonum boyunca tecrübesi ve bilgisinden faydalandığım, desteğini her zaman yanımda hissettiğim, tezimin her aşamasında bilgisi, tecrübesi ile beni yönlendiren değerli hocam Sayın Prof. Dr. Saide Aytekin'e, Kardiyoloji Anabilim Dalı Öğretim üyeleri değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Murat Gülbaran ve Sayın Doç. Dr. Çavlan Çiftçi'ye, tez çalışmalarımda katkılarından dolayı Sayın Doç. Dr. Cihan Duran ve Uz. Dr. Levent Ulusoy'a, tez çalışmalarımın tüm aşamalarında bana yardımcı olan değerli uzmanım ve arkadaşım Uz. Dr. Özlem Yıldırım Türk'e ve değerli asistan doktor arkadaşlarıma

Yaşamımda bu günlere gelmemi sağlayan, zorlu ve uzun tıp eğitimimde destekleri ile her an yanımda olan ailemin tüm fertlerine, varlığı ve sevgisinden güç aldığım eşim Dr.Fırat Helvacıoğlu ve kızım Nil'e ve tüm değerli dostlarıma sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

I- KISALTMALAR	5
II- ÖZET	6
III- GİRİŞ	8
1. Mitral Kapak Anatomisi	
2. Mitral Darlığı Etiyolojisi	
3. Mitral Darlığı Fizyopatolojisi	
4. Mitral Darlığı Klinik Semptom ve Bulgular	
5. Mitral Darlığında Fizik Muayene	
6. Mitral Darlığı Elektrokardiyografi, Teleradyografi ve Biyokimya İncelemeleri	
7. Mitral Darlığında Kardiyak Kateterizasyon ve Koroner Anjiyografi	
8. Mitral Darlığının Ekokardiyografik Değerlendirilmesi	
8.1 M Mod Görüntüleme	
8.2 İki Boyutlu Görüntüleme	
8.2a Planimetrik Mitral Kapak Alanı	
8.2b Mitral Kapak Açılma İndeksi	
8.2c Kapak Anatomisi	
8.3 Mitral Darlığının Doppler ile Değerlendirilmesi	
8.3a Basınç Gradyenti	
8.3b Basınç Yarılanma Zamanı ile Hesaplanan Mitral Kapak Alanı	
8.3c Devamlılık Denklemi ile Mitral Kapak Alanı Hesaplanması	
8.3d Proksimal Eşhız Yüzey Alanı Yöntemi ile Mitral Kapak Alanı Hesaplanması	
8.3e Mitral Darlığı Ciddiyetinin Diğer Belirteçleri	
8.4 Mitral Darlığı ile İlişkili Diğer Lezyonların Ekokardiyografi ile Değerlendirilmesi	
8.5 Mitral Darlığının Değerlendirilmesinde Kullanılan Diğer Ekokardiyografik Yöntemler	
8.6 Mitral Darlığının Derecelendirilmesi	
9. Mitral Darlığının Kardiyak Manyetik Rezonans Görüntüleme ile Değerlendirilmesi	
IV- ÇALIŞMANIN AMACI	29

V- GEREÇ VE YÖNTEM	29
1. Hasta Seçimi	
2. Çalışma Protokolü	
3. Ekokardiyografik Değerlendirme	
4. Kardiyak Manyetik Rezonans Görüntüleme ile Değerlendirme	
5. İstatistiksel Analiz	
VI- BULGULAR	37
1. Demografik Veriler	
2. Ekokardiyografik Veriler ve Mitral Darlığı Ciddiyeti	
3. Ekokardiyografi ve Kardiyak Manyetik Rezonans Görüntüleme ile Ölçümlerin Karşılaştırılması	
4. Korelasyon Analizleri	
VII-TARTIŞMA	55
VIII- SINIRLAMALAR	62
IX- SONUÇ	62
X- KAYNAKLAR	63

I- KISALTMALAR

AF:	Atriyal Fibrilasyon
ARA:	Akut Romatizmal Ateş
AY:	Aort Yetersizliği
CW Doppler:	Continous Wave Doppler
EKG:	Elektrokardiyografi
EF:	Ejeksiyon Fraksiyonu
HZİ:	Hız Zaman İntegrali
IVSK:	İnterventriküler Septum Kalınlığı
KMRG:	Kardiyak Manyetik Rezonans Görüntüleme
MKA:	Mitral Kapak Alanı
MKAİ:	Mitral Kapak Açılma İndeksi
MD:	Mitral Darlığı
MY:	Mitral Yetersizliği
PAB:	Pulmoner Arter Basıncı
PDK:	Posteriyor Duvar Kalınlığı
PISA:	Proksimal Eşhız Yüzey Alanı
PMBV:	Perkütan Mitral Balon Valvulotomi
PHT:	Basınç Yarılanma Zamanı
PW Doppler:	Pulsed Wave Doppler
RKH :	Romatizmal Kapak Hastalığı
SaA:	Sağ Atriyum
SaV:	Sağ Ventrikül
SoA:	Sol Atriyum
SoV:	Sol Ventrikül
SVÇYÇ:	Sol Ventrikül Çıkış Yolu Çapı
SSFP:	Steady State Free Precision
SPSS:	"Statistical Package for Social Sciences" İstatistik Programı
ROC:	Receiver Operating Curve
TÖE:	Transözöfajiyal Ekokardiyografi
TTE:	Transtorasik Ekokardiyografi
VYA:	Vücut Yüzey Alanı

II- ÖZET

Giriş: Mitral darlığı hemen her zaman ARA'ye bağlı gelişen ve dünya çapında önemli mortalite ve morbidite nedeni olan çok boyutlu bir hastalıktır. MD'nda tedavi stratejisi; MD ciddiyeti ve özellikle MKA'na göre belirlenir. Bu nedenle, girişimsel olmayan yöntemlerle MD'nin tanısının konması, ciddiyetinin belirlenmesi, eşlik eden kapak patolojilerinin tespiti ve kapağın anatomik yapısı hakkında detaylı bilgi edinilmesi hastalığın yönetiminde büyük önem taşımaktadır.

Amaç: Çalışmamızda sinüs ritmindeki saf MD hastalarında planimetrik MKA, MKAİ ve diyastolik akım hızlarının TTE ile değerlendirilmesi, bu değerlerin KMRG'den elde edilen veriler ile karşılaştırılmasını ve bu alanda KMRG kullanımının yeri olup olmadığının araştırılmasını amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamıza TTE'lerinde MD tespit edilen sinüs ritmindeki 28'i (%90.3) kadın, 3'ü (%9.7) erkek toplam 31 hasta dahil edildi. EF'u < %50 olan, AF'u olan, mitral kapakta yetersizlik derecesi hafiften fazla ve diğer kapaklarda hafif derecenin üzerinde darlığı ya da yetersizliği olan, daha önceden geçirilmiş komissurotomi ve valvulotomi hikayesi olan hastalar çalışma dışında bırakıldı. Tüm hastalara detaylı TTE'yi takiben 1 saat içerisinde KMRG incelemesi yapıldı. TTE ile değerlendirilen planimetrik MKA, MKAİ ve diyastolik akım hızları; KMRG'den elde edilen veriler ile karşılaştırıldı.

Bulgular: Çalışmamızda ekokardiyografik olarak ölçülen planimetrik MKA, MKAİ ve pik E ve A hızları ile, KMRG ile ölçülen planimetrik MKA, MKAİ, pik E ve A hızları arasında çok yüksek bir korelasyon olduğu saptandı (sırasıyla $r=0,948$, $r=0,971$, $r=0,786$, $r=0,839$; $p<0,0001$). Hastalar hafif MD ve orta-ileri MD olarak 2 gruba ayrılarak analizler tekrarlandığında tüm parametreler arasındaki korelasyonların yine yüksek olduğu gözlemlendi. Çalışmamızda TTE ile $MKA<1.5$ cm² olan hastalar için KMRG'nin duyarlılığı % 84.2, özgüllüğü % 100, negatif tahmin ettirici değeri % 80, pozitif tahmin ettirici değeri % 100 olarak hesaplandı.

Sonuç: Çalışmamızda KMRG ile ölçülen planimetrik MKA, MKAİ ve diyastolik akım hızlarının ekokardiyografik ölçümlerle yüksek korelasyon gösterdiğini saptadık. Çalışmamızın sonucunda KMRG'nin MD tanısı ve takibinde; ekokardiyografik veriler yeterli değil ise, ya da hastanın klinik durumu ve kateter bulguları arasında çelişkiler mevcutsa tamamlayıcı bir tetkik olarak güvenle kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

ABSTRACT

Introduction: Mitral Stenosis (MS) which is almost always developed as a complication of acute rheumatic fever is one of the worldwide important causes of mortality and morbidity. The treatment strategy of MS depends on MS severity and especially mitral valve area. For this reason, assessment of MS and its severity, anatomic evaluation of the mitral valve and presence concomitant valve diseases with non-invasive diagnostic tools is very important.

Purpose: To evaluate planimetric mitral valve area (MVA), mitral leaflet separation (MLS) index and diastolic flow velocities of isolated mitral valve stenosis patients with sinus rhythm with transthoracic echocardiography (TTE) and to compare these measurements with cardiac magnetic resonance imaging (CMRI).

Material and Methods: 28 (90.3%) women, 3 (9.7%) men, a total number of 31 patients who were in sinus rhythm and who had MS in TTE were included. Patients with, EF <50%, with AF, mitral valve insufficiency more than mild degree, stenosis and insufficiency in other valves more than mild degree and patients who had previous commissurotomy and valvulotomy were excluded. CMRI was performed in an hour after detailed TTE examining. Planimetric MVA, MLS index, diastolic velocities were measured with TTE and results were compared with the measurements of CMRI.

Results: Strong correlation was found between TTE and CMRI in the measurements of planimetric MVA, MLS index, peak E, peak A velocities, (in order $r= 0,948$, $r= 0,971$, $r= 0,786$, $r= 0,839$; $p<0,0001$). When patients were divided into groups as mild MS and moderate-severe MS, again strong correlations between the two methods were observed. CMRI's sensitivity, specificity, negative and positive predictive values were found 84,2%, 100%, 80% , 100% in patients with $MVA<1.5$ in TTE measurements.

Conclusion: Strong correlation was found between CMRI and TTE in the measurements of planimetric MVA, MLS index and diastolic flow velocities. As a result of our findings, we believe CMRI was a complementary method in MS diagnosis and follow-up especially when echocardiography data was insufficient or there was discrepancy between clinic of the patient and catheterization and echocardiographic findings.

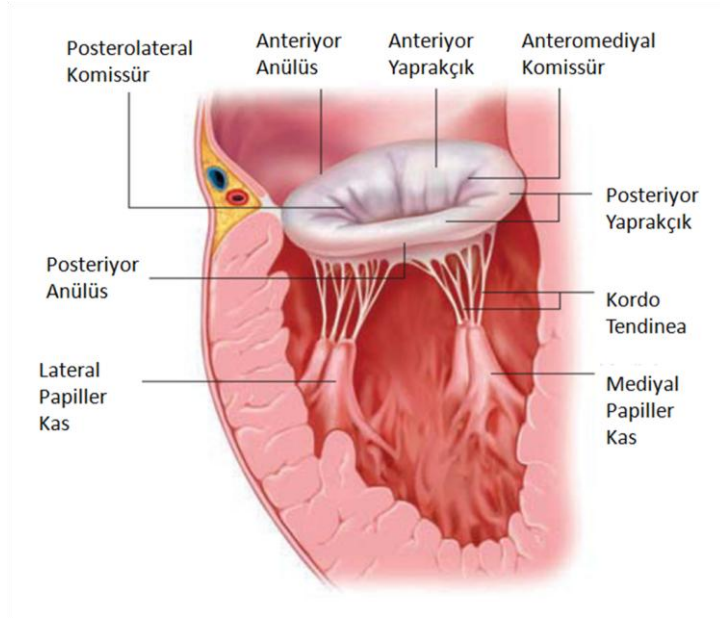
III - GİRİŞ

Mitral darlığı (MD) hemen her zaman akut romatizmal ateşe (ARA) bağlı kardit sonrası gelişen önemli hemodinamik, tromboembolik, aritmik sonuçları olan çok boyutlu bir hastalıktır.¹ Geçtiğimiz yüzyıl boyunca, özellikle batı toplumlarında sıklığı azalsa da halen kardiyojoloji pratiğinde sıkça karşılaştığımız bir patolojidir.² Asemptomatik hastada, rutin fizik muayenede diyastolik üfürüm duyulması ile tanı konulabildiği gibi, çoğu zaman eforla gelen nefes darlığı, çarpıntı gibi şikâyetlerle, daha az olarak da akut akciğer ödemi, hemoptizi, serebrovasküler olay, periferik emboli, ani ölüm gibi dramatik belirti ve bulgularla da ortaya çıkabilmektedir. Primer korunmada Grup A Streptokok sebepli enfeksiyonların erken ve etkin tedavisi, sekonder korunmada ise profilaktik antibiyotik kullanımı kabul edilmiş yöntemlerdir. Tıbbi tedavisi daha çok normal sinüs ritminin korunması, trombüs oluşumunun engellenmesi, hız kontrolü ile diyastol süresinin uzatılması üzerine yoğunlaşmaktadır. İleri olgularda cerrahi veya girişimsel yöntemlerle darlığın giderilmesi tedavinin esasını oluşturmaktadır. Özellikle perkütan mitral balon valvülotomi (PMBV)' nin mitral darlığı tedavisinde öncelikli hale gelmesiyle; MD 'nın tanısının konması, darlığın ciddiyetinin belirlenmesi, eşlik eden kapak patolojilerinin tespiti ve kapağın anatomik yapısı hakkında detaylı bilgi edinilmesi MD tedavi stratejisinin belirlenmesinde tanısal yöntemlerin önemini arttırmıştır.

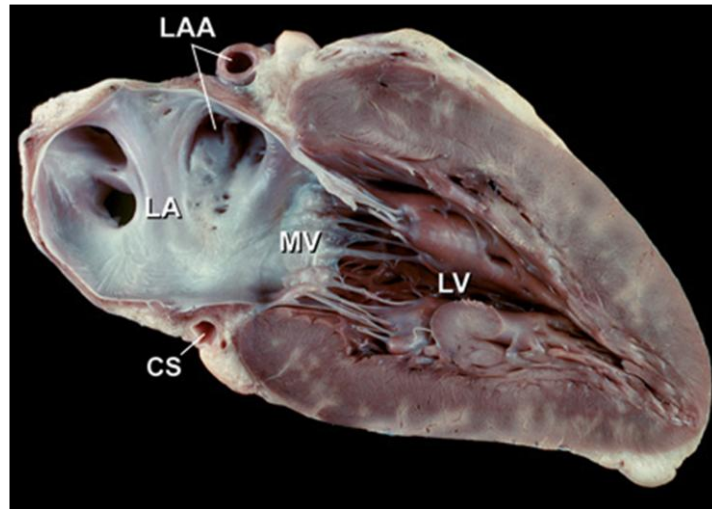
1- Mitral Kapak Anatomisi

Anatomik olarak mitral kapak 5 bileşenden oluşur. Bunlardan üçü valvuler bileşenler olan anülüs, yaprakçıklar ve komissürler; ikisi, tensör bileşenler olan kordo tendinea ve papiller kaslardır (Şekil 1,2). Kapak anülüsü eyer şeklindedir ve kalbin fibröz iskeletinin bir parçasıdır³. Normal mitral anülüs alanı, diyastol sırasında en geniştir ve yaklaşık 7 cm²'dir ve sistol sırasında %10-15 azalır. Mitral kapak; anterior ve posterior olmak üzere 2 yaprakçıktan oluşur. Anterolateral ve posteromediyal komissürler, kapağı anterior ve posterior olarak ikiye ayırır. Kordo tendinea güçlü fibröz bir yapıdır ve yaprakçıkları destekler. Ventriküler sistol sırasında kapakların aşırı hareketini engeller ve böylece atriyum kapak

prolapsusunu önler. Papiller kas kontraksiyonu her iki yaprakçığı birbirinin üzerine çeker ve kapak kapanmasını sağlar. Sistolik kontraksiyon esnasında alttaki miyokard ile uyumlu çalışırlar. Anterolateral papiller kas genelde bir tanedir ve sol koroner sistemden çift taraflı olarak beslenir. Posteriyor papiller kasın ise birçok başı vardır ve çoğunlukla sağ koroner arterden beslenir. Mitral kapak orifisinin en büyük çapı anterolateral komissürden posteromediyale uzanır.



Şekil 1. Mitral Kapak Anatomisi



Şekil 2. Mitral Kapak İki Boşluk Anatomik Kesit

Mitral kapağın fonksiyonel açıklığı; diyastolik en dar alan olarak tanımlanır. Eğer belirgin anüler kalsifikasyon varsa, fonksiyonel açıklık anülüse yakındır. Romatizmal MD'nda ise papiller kas seviyesine yaklaşır. Romatizmal MD'nda kordal ve komissüral füzyon nedeni ile primer kapak orifisi daralır.

2- Mitral Darlığı Etiyolojisi

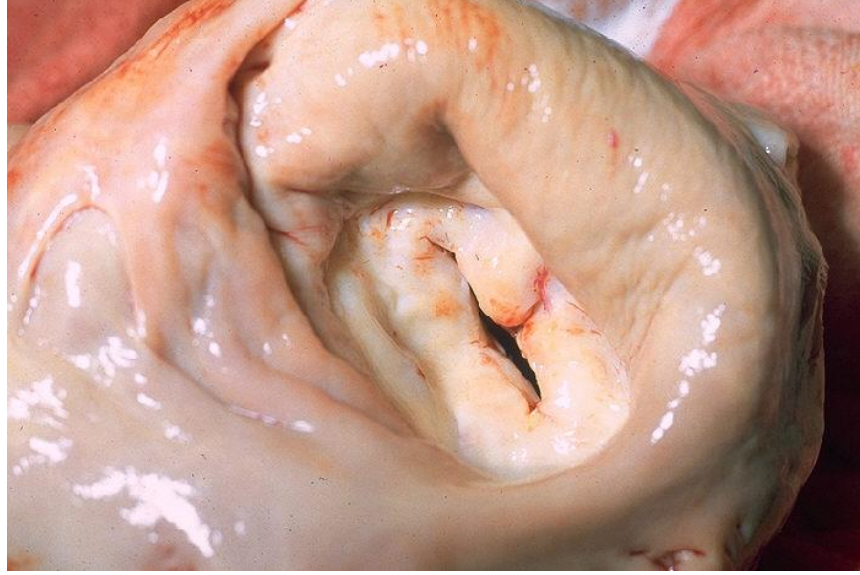
Mitral darlığı, hemen her zaman tekrarlayan ARA atakları sonucu kronik romatizmal kalp hastalığına (RKH) bağlı olarak gelişir.⁴ Mitral kapak replasmanı yapılan hastaların %99'unda romatizmal tutulum bulgularına rastlanmıştır⁵. MD'nın en sık nedenleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

MİTRAL DARLIĞI NEDENLERİ
Akut Romatizmal Ateş
Konjenital (Paraşüt Mitral Kapak, Tek Papiller Kas)
İnfektif Endokardit
Tümörler (Sol Atriyal Miksoma)
Ciddi Mitral Anüler Kalsifikasyon
Sol Atriyal Trombüs
Kollajen Doku Hastalıkları (Sistemik Lupus Eritamatosus, Romatoid Artrit)
İlaçlar (Metiserjit Tedavisi, Anorektik İlaç Kullanımı)
Karsinoid Sendrom
Depo Hastalıkları (Hunter-Hurler Sendromu, Fabry Hastalığı, Whipple Hastalığı, Mukopolisakkaridozlar)

Tablo 1. Mitral Darlığı Nedenleri

Romatizmal kapak hastalıklarının %25'inde sadece MD; %40'ında ise mitral yetersizlik (MY) ile birlikte görülür.⁶ Olguların üçte birinde diğer kapaklarda da tutulum gözlenir, en sık eşlik eden lezyon aort yetersizliği (AY) ve triküspit lezyonudur.⁷ ARA, kadın ve erkeklerde eşit sıklıktadır; ancak romatizmal kalp hastalarının üçte ikisi kadındır.

Akut romatizmal ateş; grup A beta hemolitik streptokok enfeksiyonunun neden olduğu multisistem otoimmün bir hastalıktır. Gelişmekte olan ülkelerde 100.000 de 50-100, gelişmiş ülkelerde 100.000 de 10 gibi bir sıklıkta görülür ⁸.



Şekil 3. Fibrotik Mitral Kapak

Romatizmal kapak hastalığı dışında gelişen MD klinikte nadir olarak gözlenmektedir. Klinik tablo; romatizmal hastalıkta olduğu gibi sol ventrikül (SoV) doluşundaki yetersizlik ve pulmoner venöz hipertansiyonu takiben gelişen pulmoner arter basınç artışına bağlı bulgularla ortaya çıkar. Çoğunlukla bu hastalıkların teşhisleri ekokardiyografik inceleme ile konur.

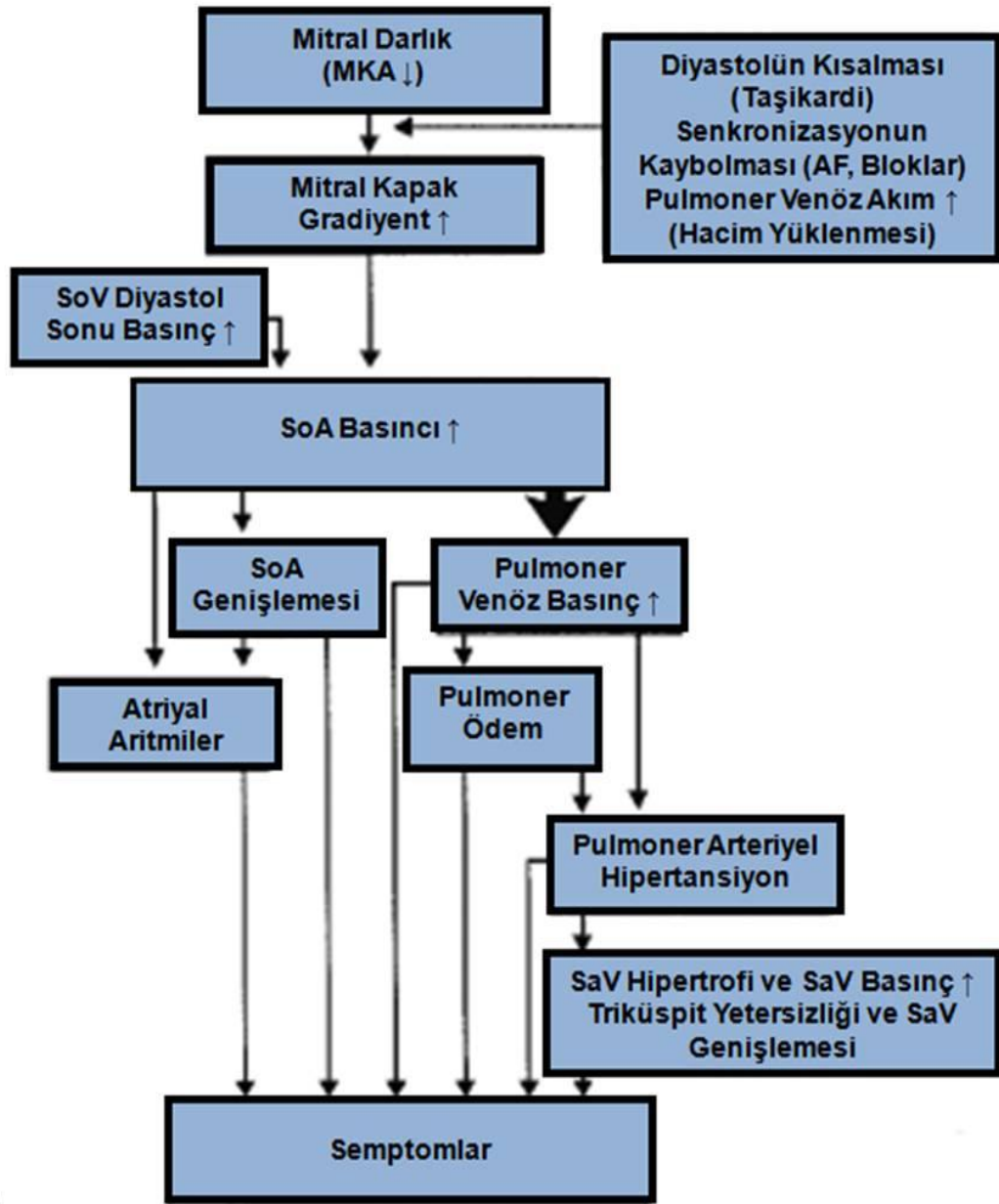
Konjenital MD; daha çok subvalvular yapıların anormallikleri nedeniyledir. En klasik bulgusu ekokardiyografide, parasternal kısa eksende tek papiler kas görüntüsüdür. Anuler kalsifikasyon genelde yaşlılarda izlenir ve ateroskleroz ve hipertansiyon ile ilişkilidir. Yaprakçık kalınlaşması ve kalsifikasyon mevcuttur. Komissüral füzyon izlenmez. MD'na neden olan diğer etiyojilerde de yaprakçık kalınlaşması, hareket kısıtlılığı mevcuttur.

3- Mitral Darlığı Fizyopatolojisi

Yetişkinlerde normal mitral kapak alanı (MKA) 4-6 cm² dir. Sol atriyum (SoA) ve SoV arasındaki transvalvüler gradiyent, MKA'nın 2 cm² den küçük olduğu durumlarda görülür. Kapak alanı 1.5 cm² ya da 1cm²/ m² vücut yüzey alanı'nın (VYA) altına indiğinde kapak obstrüksiyonu, progresif şekilde kalp debisini sınırlar ve SoA'daki basıncı artırır. Buna bağlı olarak pulmoner dolaşım basıncı yükselir. Pulmoner kapiller basınç 25 mmHg'nin üstüne çıktığında akciğer ödemi tablosu oluşur. Kronik pulmoner hipertansiyon sağ ventrikül (SaV) hipertrofisine neden olur, eşlik eden triküspit yetersizliği ile birlikte sağ kalp yetersizliği bulguları da ortaya çıkar.

Transvalvüler gradiyent ve sonuçları önemli ölçüde kalp hızına ve transalvüler akıma bağlıdır. Kalp hızındaki artış, diyastol zamanını sistole nazaran daha fazla kısaltır ve mitral kapaktan geçen kan akımı süresi azalır. Bu nedenle taşikardi; transvalvular gradiyenti ve SoA'daki basıncı artırır⁹. Mutlak bir şekilde MD'nin şiddetine bağlı olmayan atriyal fibrilasyon (AF); SoA dilatasyonu ve hipertrofisinin yanı sıra; atriyumlara, internodal yollara ve sinoatriyal nodüse ARA'in verdiği hasarın sonucudur. Atriyal kontraksiyonun kaybına ve diyastol süresinin kısalmasına bağlı kalp debisinin azalması nedeni ile hemodinamik bozukluklara yol açar. Ayrıca, SoA genişlemesi kan stazı ve trombotik belirteçlerin konsantrasyonlarının yükselmesinin sonucu olarak tromboemboli riski artar.

İntrensek SoV kontraktilesi genelde korunur; ancak MD'na ya da ventrikül etkileşimlerine bağlı kronik ardyük artışı ve önyük azalması, olguların %25'inde ejeksiyon fraksiyonunun (EF) düşmesine yol açar. Tablo 3'te MD'nin patofizyolojisi özetlenmiştir.



Tablo 2. Mitral Darlığının Fiziopatolojisi

4- Mitral Darlığı Klinik Semptom ve Bulgular

Akut romatizmal ateş ile semptomatik hastalık arasında 10-20 yıl süren bir asemptomatik süre vardır¹⁰. MD'nin en önemli semptomu pulmoner kompliyansın ve vital kapasitenin azalmasına bağlı efor dispnesidir. Daha ileri darlıklarda; efor, emosyonel stres, enfeksiyonlar, ateş, gebelik, hızlı ventrikül cevaplı AF ve diğer taşiaritmiler pulmoner ödeme yol açabilir. MD olan olguların %15'inde angina pektoristen ayırt edilemeyen göğüs ağrısı olur¹¹. Bu durum pulmoner damar

hastalığına bağlı ciddi SaV’de basınç artışına ya da beraberinde bulunan koroner ateroskleroza bağlıdır¹². Cerrahi tedavi öncesi hastaların yaklaşık %20’sinde sistemik emboli olur¹³. Sistemik emboli gelişme riski; hastanın yaşı, sol atriyal apendiks büyüklüğü ile doğru orantılı, kalp debisi ile ters orantılıdır. Sistemik emboli geçiren hastaların %80’inde AF vardır. Dilate SoA, trakea bronşial lenf nodları ve pulmoner arterin sol rekürren laryngeal sinir üzerine basısı ses kısıklığına ‘Ortner Sendromu’ yol açar.

MİTRAL DARLIĞININ SEMPTOMLARI
EGZERSİZ İLE OLUŞAN SEMPTOMLAR:
Dispne, Öksürük, Wheezing
Yorgunluk
Aktivitenin Azalması ve Aktiviteden Kaçınılması
Çarpıntı
Presenkop, Senkop
DİNLENME SIRASINDAKİ SEMPTOMLAR:
Paroksizmal Noktürnal Dispne
Ortopne
Hemoptizi
Ses Kısıklığı (Ortner Sendromu)
MİTRAL DARLIK KOMPLİKASYONLARI:
İnme
Embolik Diğer Komplikasyonlar

Tablo 3. Mitral Darlığı Semptomları

5- Mitral Darlığında Fizik Muayene

Ciddi MD olan olgularda, düşük kalp debisi ve sistemik vazokonstriksiyona bağlı ‘facies mitrale’ oluşur. SoA’daki basınçla orantılı olarak birinci kalp sesinin (S1) şiddetlenmesi saptanır. Pulmoner arter basınçları yükseldiği için başlangıçta ikinci kalp sesinin (S2) P2 komponenti şiddetlenir ve geniş çiftleşir. Pulmoner hipertansiyonun diğer oskültasyon bulguları; pulmoner arter dilatasyonuna bağlı inspirasyonla azalan pulmoner ejeksiyon üfürümü, triküspit yetersizliği üfürümü, pulmoner yetersizliğe bağlı ‘Graham Steel Üfürümü’ ve SaV’den kaynaklanan

S4'tür. Mitral kapak açılma sesi mitral kapak uçlarının kapak açılımından sonra oluşan gerilime bağlıdır. MD'nin üfürümü, en iyi apekte duyulan düşük titreşimli kreşendo tarzında diyastolik rulmandır. MD'nin derecesi diyastolik üfürümün şiddeti ile değil süresi ile doğru orantılıdır. Diyastolik üfürümün pre-sistolik şiddetlenmesi sinüs ritmindeki hastalarda izlenir. AF'da bu bulgu kaybolabilir.

6- Mitral Darlığı Elektrokardiyografi, Teleradyografi ve Biyokimya İncelemeleri

Sol atriyum genişlemesi, (D2 'de p dalgası süresinin 0.12 sn'den fazla olması ve/veya +45 ve -30 derece arası p dalgası aksı) ciddi MD olan sinüs ritmindeki hastaların temel elektrokardiyografi (EKG) bulgusu olup hastaların %90'unda mevcuttur¹⁴. V1'de negatif P dalgası ve çentikli, bifid P dalgası (P mitrale) SoA dilatasyonun bulguları arasındadır. SaV hipertrofisi bulguları, (QRS aksı < 80°; V1'de R/S >1) pulmoner hipertansiyonlu hastaların yarısında özellikle pulmoner arter sistolik basıncı 70-100 mmHg arasındaysa görülebilir¹⁵.

Konvansiyonel teleradyografide, sol atriyal büyümeye ait bulgular, akciğer alanlarında göllenme bulguları izlenebilir. Göllenme SoA basıncıyla uyumludur; 18 mmHg'da konjesyon, 25 mmHg'da interstisyel ödem, 35 mmHg'da alveolar ödem bulguları izlenebilir.

Rutin biyokimyasal testlerde özellik izlenmez. Hemogramda, yoğun hemoptizi ve kanama diyatezi gelişmesi halinde hemoglobin ve hematokrit değerlerinde düşüklük izlenebilir. Koagülasyon parametrelerinde, ancak ileri pulmoner hipertansiyon gelişmesi halinde karaciğer stazına bağlı bozulma olur. Bu durumda karaciğer enzimlerinde artış izlenebilir¹⁶.

7- Mitral Darlığında Kardiyak Kateterizasyon ve Koroner Anjiyografi

Mitral darlığı olan çoğu hastada operasyon öncesi değerlendirmenin bir parçası olarak sağ ve sol kalp kateterizasyonu yapılmaktadır. PMBV yapılacak hastalarda, ekokardiyografik bulgular ve semptomlar arasında ya da kapak alanı ile gradiyent arasında uyumsuzluk varsa, MY'nin derecesi ve klinik bulgular arasında çelişki mevcutsa, pulmoner arter basıncının belirlenmesinde ve çeşitli nedenlerle invazif olmayan testlerle yeterli bilgi elde edilemiyorsa kateterizasyon önerilebilir¹⁷.

Selektif koroner anjiyografi; anginası, SoV fonksiyon bozukluğu olan, cinsiyet hariç koroner arter hastalığı için bir ya da daha fazla risk faktörü bulunan ve 35 yaşın üzerinde olan hastalar için girişimsel tedavi planlanıyorsa önerilmektedir.

8- Mitral Darlığının Ekokardiyografik Değerlendirilmesi

Ekokardiyografi, mitral darlığının değerlendirilmesinde en başta gelen inceleme yöntemidir. MD olan bir hastada ayrıntılı bir ekokardiyografik inceleme ile kalp kateterizasyonuna gerek kalmadan tedavi planı yapılabilir. Transtorasik ekokardiyografi (TTE), 2 boyutlu ve Doppler ekokardiyografi ve bazı durumlarda transözofajiyal ekokardiyografi (TÖE) eklenmesi ile;

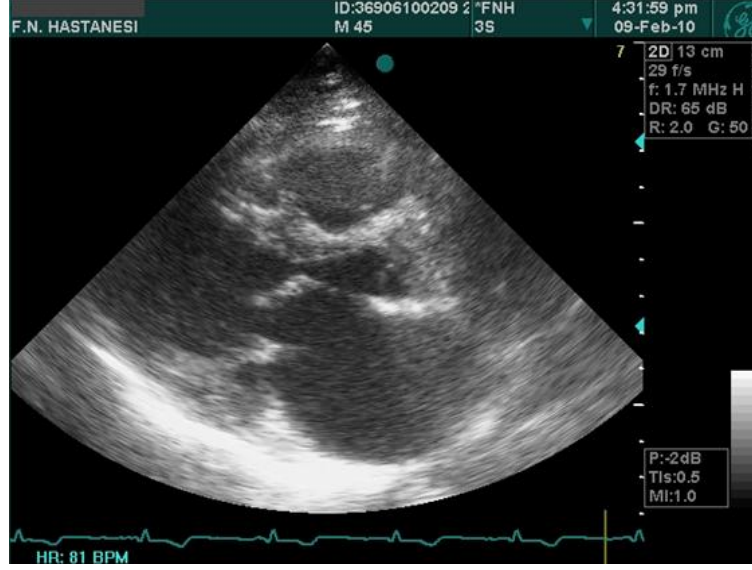
1. Kapak yapısı, kordalarda hareket, kalınlaşma, kalsifikasyon
2. Darlık derecesi (kapak alanı ve gradiyentler)
3. Sol atriyum büyüklüğü
4. Pulmoner arter basıncı (PAB)
5. Sağ ventrikül boyutları ve fonksiyonları
6. Mitral yetersizliğin derecesi
7. Eşlik eden diğer kapak patolojileri
8. Sol atriyum ve atriyal apendikte trombüs varlığı
9. Perkütan balon valvotomi için kapak uygunluğu, değerlendirilebilir.

8-1 M-Mod Görüntüleme

Ekokardiyografik ilk uygulamalardan olup ilk defa Edler tarafından çalışılmıştır¹⁸. Parasternal uzun eksende kursorün mitral kapak üzerinden geçirilmesi ile elde edilen M-mod görüntüler ile MD tanısı konulabilir, ancak MD'nın şiddeti konusunda güvenilir değildir¹⁹. M-mod görüntülemeye kalınlaşmış, deforme olmuş kalsifiye yaprakçıkların eko dansitesinde artma bulguları izlenir. Komissüral yapışıklık ve fibrotik sertlikten dolayı kapak açılımı azalır ve dolayısı ile E amplitüdünde azalma izlenir. Yapışıklık nedeni ile ön ve arka yaprak birlikte hareket eder ve diyastolik EF eğiminde azalmaya neden olur.

8-2 İki Boyutlu Görüntüleme

Mitral darlığında komüssürlerdeki yapışıklık sonucu, hareket kısıtlanması esas olarak yaprakçıkların uç kısmındadır. Kalınlaşma ve kalsifikasyon da en fazla uç kısımlarda görülür. Diyastolde SoA'dan SoV'e hızlı boşalma sağlanamadığından ve boşalma dar bir orifisten olduğunda, yaprakçıkların gövde kısımları yüksek volüm nedeni ile SoV apeksine doğru çökme, çanaklaşma (doming) gösterirler. Tokmak şeklinde kalınlaşmış kapak uçları ile birlikte bu çökme görüntüsü MD'nın 2 boyutlu ekokardiyografideki tipik bulgusudur (şekil 4). Ağır MD'da kapakta orta ve bazal kısımlarda da kalsifikasyon gelişebilir. Korda tendinealarda yapışma, kısalma, fibrozis ve kalsifikasyon subvalvüler yapıyı da bozabilir. İleri kapak ve kapak altı yapı bozukluklarında mitral yaprakçıklar SoV'ye doğru açılma hareketlerini kaybederek, olduğu yerde balık ağzı gibi açılırlar.



Şekil 4. Mitral kapağın parasternal uzun aks görüntüsü

8-2-a Planimetrik Mitral Kapak Alanı

İki boyutlu ekokardiyografi ile parasternal kısa eksen kesitte diyastolde mitral orifisin iç sınırının çizilmesi ile hesaplanır²⁰(şekil 5). Planimetride optimal zamanlama diyastol ortasıdır. Teorik olarak mitral kapağın direkt görüntülemesi diğer yöntemlerin aksine akım durumundan, kardiyak boşluk kompliyanslarından ya da eşlik eden MY ve diğer kapak patolojilerinden etkilenmemelidir. Pratikte, planimetri ile, cerrahi olarak çıkarılan kapaklardan hesaplanan anatomik alanlar iyi korelasyon gösterir²¹. Bu nedenle planimetri, MKA alanı tayini için referans ölçüm kabul edilir²¹. Işın ayarları mitral orifisi net görüntüleyecek şekilde ayarlanmalıdır. AF varlığında ve inkomplet komissural füzyonu olanlarda (orta-ileri dereceli MD ya da PMBV sonrası) çok sayıda ölçüm yapılmalıdır. Kötü akustik penceresi olan hastalar ya da kapak anatomisinde ciddi bozulması olan hastalarda değerlendirme yapmak zordur. Kalsifikasyon varlığında görüntüleme daha da zordur. Planimetrik ölçüm verilemeyen hastaların oranı yaklaşık %5'tir²².



Şekil 5. Parasternal kısa eksen planimetrik mitral kapak alanı

8-2-b Mitral Kapak Açılma İndeksi

Mitral kapak açılma indeksi (MKAİ), parasternal uzun aks ve apikal 4 boşluk görüntülerde mitral yaprakçıkların uçları arasındaki mesafedir. Son yıllarda MD ciddiyeti ve MKA belirlenmesinde güvenilir bir ölçüm olarak bildirilmektedir²³. Bu indeks, ilk kez Fischer ve ark. tarafından önerilmiştir ve mitral yaprakçıkların diyastolde maksimum ayrılma mesafesi ile, invaziv olarak Gorlin formülü ile hesaplanan MKA'nın iyi derecede korelasyon gösterdiği bildirilmiştir²⁴. Bu indeksin son dönem kullanımı giderek yaygınlaşmıştır.

8-2-c Kapak Anatomisi

MD'da kapağın anatomik değerlendirilmesi, ekokardiyografik incelemenin en önemli bileşenidir. Çünkü girişimsel tedavinin planlanmasında çok önemlidir. Mitral kapak anatomisindeki değişiklikleri ifade etmek için mitral kapağın çeşitli bileşenlerindeki anatomik ve patolojik değişimleri tanımlayan çeşitli skorlama sistemleri geliştirilmiştir. En sık kullanılan Wilkins skorudur (Tablo 4)²⁵. Her ekokardiyografi raporunda kapak anatomisinin detaylı açıklaması ve skoru belirtilmelidir.

Skor	Mobilite	Subvalvuler Kalınlaşma	Kalınlık	Kalsifikasyon
1	Sadece yaprakçık uçlarının hareketinin kısıtlı olduğu oldukça hareketli kapak	Mitral kapağın hemen altındaki kısımda minimal kalınlaşma	Yaprakçık kalınlığı normale yakın (4-5 mm)	Artmış eko parlaklığının olduğu tek bir alan
2	Yaprakçıkların orta ve bazal kısımlarının mobilitesinin normal olduğu kapak	Kordal yapıların kalınlaşması korda boyunun 1/3 üne uzanır.	Kenarlarda dikkate değer kalınlaşma (5-8mm), yaprakçık orta kısmı normal.	Parlak alanın yaygınlığı yaprakçık kenarları ile sınırlıdır.
3	Kapak diastolde esas olarak bazal kısımdan öne doğru harekete devam eder.	Kalınlaşma kordaların distal 1/3 üne kadar uzanır.	Kalınlık tüm yaprakçık boyunca yaygındır. (5-8mm)	Parlaklık yaprakçıkların orta kısmına kadar yayılır.
4	Diastolde öne doğru minimal hareket veya hareket yok.	Tüm kordaların, papiller kasların altlarına kadar uzanan, yaygın kalınlaşma ve kısalması.	Tüm yaprakçık yapısında dikkate değer kalınlaşma (>8-10)	Yaprakçık dokusunun çoğunda yaygın parlaklık mevcuttur.

Tablo 4. Wilkins Skorumlama Sistemi

8-3 Mitral Darlığının Doppler ile Değerlendirilmesi

8-3-a Basınç Gradiyenti

Apikal pencerede ‘continous wave’ (CW) Doppler kullanarak maksimum hızlar (pik E ve A hızları) hesaplanır ve hız zaman integrali (HZİ) elde edilir. ‘Pulsed

wave' (PW) Doppler kullanılırken sample volüm yaprakçıkların uçlarına lokalize edilmelidir, anülüse yakın olmamalıdır. Bu; transmitral gradiyentin daha az ölçülmesine neden olabilir. Diyastolik maksimum basınç gradiyenti transmitral hız eğrisinden ' $\Delta P=4v^2$ ' formülü ile hesaplanır ve ortalama gradiyente göre daha az önemlidir. SoA kompliyansından ve SoV diyastolik fonksiyon bozukluğundan etkilenir²⁶. Kateterizasyonla elde edilen sonuçlarla iyi korelasyon gösterir²⁷. Ortalama gradiyent güvenilir bir hemodinamik bulgudur. İnceleme sırasındaki kalp hızı mutlaka not edilmelidir. AF varlığında 5 ölçümün ortalaması alınmalıdır. Gradiyent; Doppler ile güvenilir şekilde hesaplanır. Ancak, MD'nın gösterilmesinde en iyi belirteç değildir. Çünkü; transmitral akım oranı kalp hızı, kardiyak debi ve eşlik eden MY ile birlikte MKA'na bağlıdır²⁸. Diğer ekokardiyografik parametrelerle ortalama gradiyent karşılaştırılmalıdır. Özellikle; kötü akustik pencere nedeni ile planimetrik ölçümün yetersizliği, ya da pulmoner hipertansiyon ve diyastolik fonksiyon bozukluğu varlığı gibi diğer parametrelerin ölçümünde tereddüt varsa, gradiyent ölçümleri daha büyük önem kazanır.

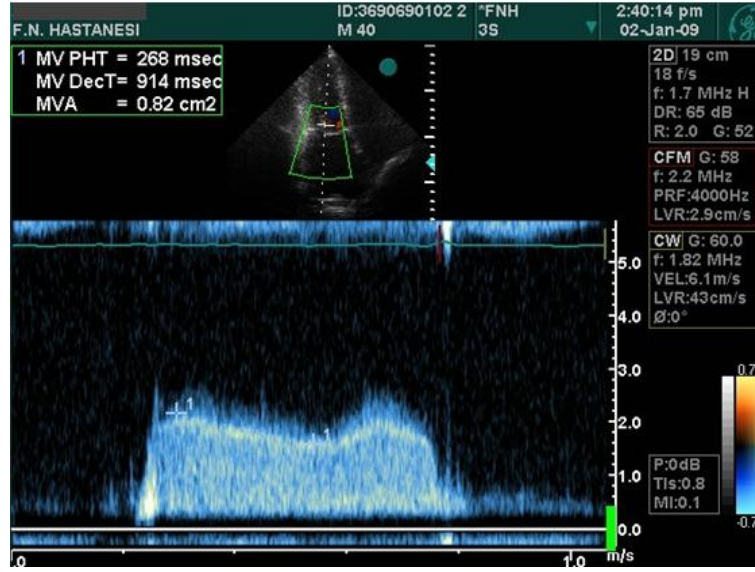
8-3-b Basınç Yarılanma Zamanı ile Hesaplanan Mitral Kapak Alanı

Basınç yarılanma zamanı (PHT); MKA hesaplamasında kullanılan önemli bir yöntemdir²⁹ (şekil 6). Erken maksimum mitral diyastolik gradiyentin yarıya düşmesi için gerekli zaman MD'nın derecesine bağlıdır. Mitral diyastolik akım hızları Doppler ekokardiyografi ile kolaylıkla ölçülmektedir. 'Modifiye Bernoulli' denklemine göre kapaktaki basınç gradiyenti ' $\Delta P=4v^2$ 'dir. Gradiyentin yarıya düşmesi için geçen zaman PHT'dir. Doppler ekokardiyografi ile elde edilen PHT değerleri 'Gorlin formülü' ile hesaplanan MKA ile karşılaştırıldığında 1 cm² MKA'nın PHT = 220 msn'e denk geldiği saptanmıştır. Böylece;

$$MKA = 220 / PHT \text{ formülü ile hesaplanır.}$$

Doppler sinyali gradiyent ölçümündeki gibi alınmalıdır. Doppler akım kontüründe deselerasyon eğimine dikkat edilmelidir. Bazen, diyastol süresinde lineer bir akım eğrisi elde edilememektedir. Bu durumda en baştaki sivri kısım değil, diyastol ortası ölçüm dikkate alınmalıdır. AF'da akım eğrisinin en iyi görüldüğü uzun

siklstan ölçüm yapılması doğrudur. Orta-ileri AY varlığında artmış SoV diyastolik doluş nedeni ile SoV diyastol sonu basıncı hızla yükseleceğinden PHT kısa olacaktır. Orta-ileri AY varlığında PHT ile MKA'nı hesaplanmamalıdır. Diyastolik fonksiyon bozukluğu varlığında da PHT ile MKA hesaplaması zorlaşmaktadır.



Şekil 6. Basıncı yarılanma zamanı ile hesaplanan mitral kapak alanı

8-3-c Devamlılık Denklemi ile Mitral Kapak Alanı Hesaplanması

Darlık bulunan kapaktaki atım volümü, darlık olmayan kapaktaki atım volümüne eşittir. Devamlılık denkleminde darlık olmayan kapak için aort ya da pulmoner kapaklar kullanılabilir. Sol ventrikül çıkış yolu çapı (SVÇYÇ) ve HZİ hesaplanmalıdır.

$$MKA = SVÇYÇ \times 0.785 \times HZİ \text{ SVÇYÇ} / HZİ \text{ Mitral Kapak}$$
 formülü ile hesaplanır.

Ancak; hastada önemli MY varsa, mitral HZİ artacağından devamlılık denklemi ile MKA olduğundan daha küçük hesaplanacaktır. AY varsa, darlık olmayan kapak olarak pulmoner kapak alınmalıdır. AF varlığında da devamlılık denklemi ile hesaplama yapılamaz³⁰.

8-3-d Proksimal Eşhız Yüzey Alanı Yöntemi ile Mitral Kapak Alanı Hesaplanması

Apikal 4 boşluk görüntüde, mitral kapakta büyütülmüş renkli akım Doppler ile MD akımı saptanır ve SoA içindeki hemisferik şekildeki diyastolik mitral akım konverjansının ‘proksimal eşhız yüzey alanı’ (PISA) çapı ölçülür. Bu metod; belirgin MY varlığında da kullanılabilir, ancak teknik güçlükleri nedeni ile MKA hesaplanmasında pek kullanılmamaktadır.

8-3-e Mitral Darlığı Ciddiyetinin Diğer Belirteçleri

Ortalama mitral gradiyentin mitral kapak üzerindeki diyastolik akım oranına bölünmesi ile hesaplanan mitral kapak rezistansı, MD ciddiyetini belirlemede alternatif bir yöntemdir ve PAB ile iyi korelasyon gösterir.

Pulmoner arter basıncı, SaV ve sağ atriyum (SaA) arasındaki sistolik gradiyentin Doppler ölçümü ile elde edilir ve MD ciddiyetinden çok sonuçları ile ilişkilidir. PAB klinik takip ve karar vermede kritik bir role sahiptir ve her hastada değerlendirilmelidir.

8-4 Mitral Darlığı ile İlişkili Diğer Lezyonların Ekokardiyografi ile Değerlendirilmesi

Sol atriyum çaplarının ve hacimlerinin değerlendirilmesi, ek olarak SaA ve SaV çaplarının ve fonksiyonlarının değerlendirilmesi, MD'nın ekokardiyografik incelemesinin bir parçası olmalıdır. Eşlik eden MY miktarı, detaylı olarak belirlenmeye çalışılmalıdır. Eşlik eden diğer kapak patolojileri saptanmalıdır. Triküspit kapak detaylı olarak incelenmelidir. Romatizmal hastalık belirtileri aranmalıdır. Daha sıklıkla ilişkili triküspit hastalığı, fonksiyonel triküspit yetersizliği şeklindedir. Yine tüm hastalarda SoV çapları ve fonksiyonları, segmenter duvar hareketleri ve EF değerlendirmesi yapılmalıdır.

8-5 Mitral Darlığının Değerlendirilmesinde Kullanılan Diğer Ekokardiyografik Yöntemler

Transözofajial ekokardiyografi; TTE incelemede mitral kapak morfolojisi ve hemodinamik ölçümler yetersiz kaldığında veya PMBV uygulanacak hastalarda sol atriyal trombüs açısından ve MY ciddiyetinin değerlendirilmesi için kullanılmaktadır. TTE incelemede mitral kapak morfolojisi ve hemodinamik ölçümler için yeterli bilgi mevcut ise MD hastalarında rutin TÖE yapılması önerilmemektedir¹⁷.

Üç boyutlu ekokardiyografi ile mitral kapak alanı enine kesit görüntülenmesi ile planimetrik olarak ölçülebilmektedir. Standart 2 boyutlu ekokardiyografi ve Doppler ekokardiyografi MD değerlendirilmesi için çoğu hastada yeterli olmakla birlikte 3 boyutlu ekokardiyografi ile de çalışmalar yapılmaktadır³¹.

Mitral darlığı hastalarında semptomlar genellikle efor sırasında görülmektedir. Bu yüzden dinlenme sırasında alınan ekokardiyografi ve Doppler ölçümlerinin hastalığın ciddiyetini göstermedeki değerleri sınırlıdır. Stres ekokardiyografi, efor sırasında ortalama mitral gradiyent ve sistolik PAB ölçümüne olanak tanır.

8-6 Mitral Darlığının Derecelendirilmesi

Normal MKA 4-6 cm²dir. Kapak alanı 1.5 cm²'nin üzerinde ise hastalar semptomatik olmazlar. İdeal olarak romatizmal mitral darlığının ciddiyetinin değerlendirilmesi kapak alanına dayanarak yapılmalıdır. Çünkü, diğer ölçümleri etkileyen çok sayıda faktör bulunmaktadır. Bu nedenle yukarıda da belirtildiği gibi MKA değerlendirilmesi hastalığın tanı ve takibinde çok önemlidir. Ortalama gradiyent ve sistolik PAB destekleyici bulgular olarak kullanılabilir (tablo 5).

		Hafif	Orta	Ciddi
Belirleyici Bulgu	MKA (cm²)	> 1.5	1.0-1.5	< 1.0
Destekleyici Bulgular	Ortalama Gradyent(mmHg)	< 5	5-10	>10
	PAB (mmHg)	< 30	30-50	>50

Tablo 5. Mitral Darlığının Derecelendirilmesi

9 – Mitral Darlığının Kardiyak Manyetik Rezonans Görüntüleme ile Değerlendirilmesi

Kardiyak Manyetik Rezonans Görüntüleme (KMRG), yöntemi günümüzde kalp damar hastalıklarının tanısında non-invazif bir görüntüleme yöntemi olarak giderek artan oranlarda geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Ekokardiyografi bulgularını tamamlayan noninvazif bir inceleme yöntemi olarak gittikçe artan bir önem kazanmaktadır.

Kardiyak manyetik rezonans görüntüleme tetkiki, yüksek tesla gücüne sahip (1 veya 1,5 Tesla) MRG cihazlarında özel donanım ve yazılım programları ile yapılabilmektedir. Kardiyak incelemelerde, görüntüler sine kayıtlar şeklinde ve EKG tetikleme tekniği ile elde edilmektedir. Analizler için, özel işlem sonrası yazılım programlarına (ARGUS gibi) gereksinim göstermektedir. Bu nedenlerle, KMRG incelemesi özel donanım ve yazılım programlarına sahip cihazlarda, bu alanda deneyimli uzmanlar tarafından yapılmalı ve değerlendirilmelidir³².

Kardiyak manyetik rezonans görüntüleme, kapak hastalıklarının değerlendirilmesinde; ekokardiyografik görüntüler suboptimal kalitede ise, TÖE uygulanamıyor ve ya ekokardiyografi ve kateterizasyon sonuçları çelişiyorsa, ekokardiyografiye tamamlayıcı olarak uygulanabilir. Kapak fonksiyonları; EKG tetiklemeli, nefes tutmalı ya da serbest nefes görüntüleme ile değerlendirilir.

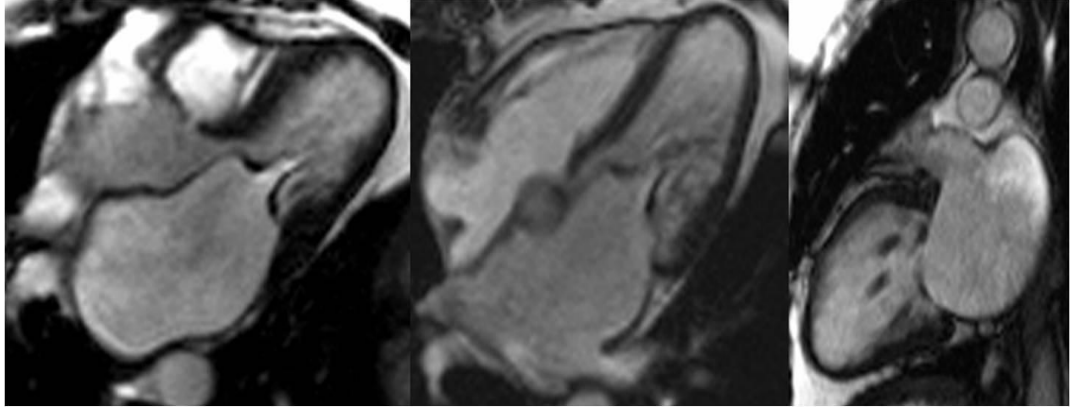
Günümüzde kalp kapak hastalıklarının değerlendirilmesinde, gradiyent eko ve hız haritalamalı görüntüleme kullanılmaktadır.

Gradyent eko görüntüleme daha düşük tekrarlama zamanı ile aynı kesitin görüntülenmesini sağlar. 'Steady State Free Precession' (SSFP) görüntüler (aynı zamanda 'TrueFISP' olarak da bilinir) son 10 yılda gradiyent ekonun yerini almıştır. Konvansiyonel gradiyent ekoya göre kan ve miyokard arasında daha iyi kontrast oluşturur. Ventriküler fonksiyon ve morfoloji değerlendirilmesinde altın standart olarak kabul edilmektedir.

Kapak hastalıklarının KMRG ile değerlendirilmesi konusundaki çalışmaların çoğu aort kapak ile ilgilidir. Kısa aks sine KMRG görüntüleri aort kapak morfolojisini değerlendirmek için kullanılır. Özellikle, biküspit aortun tanısında çok güvenilirlerdir³³. Yine aynı yöntem ile planimetrik aort kapak alanı belirlenebilir ve hız haritalaması ile aort basınç gradiyenti hesaplanabilir.

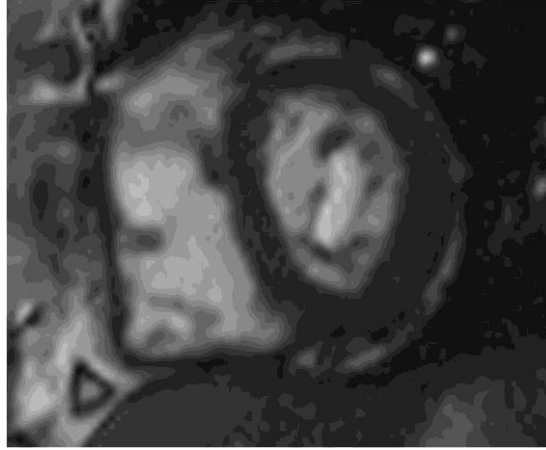
Kardiyak manyetik rezonans görüntüleme ile MD değerlendirmesi hakkında daha az literatür bulunmaktadır. MD hastalarında %20-50 oranında AF bulunduğundan EKG tetiklemeli KMRG incelemesi zorlaşmaktadır. Özellikle AY gibi eşlik eden kapak patolojilerinin varlığında hız hesaplamalarında güvenilirlik azalır. Yine daha önceden mitral kapağa girişim yapılmış hastalarda ve ileri kalsifikasyon gibi kapağın morfolojik yapısının bozulduğu durumlarda kısa aks kesit almak ve planimetrik görüntüleme yapmak zordur. MKA'nın planimetrik hesaplanmasında KMRG'nin diğer yöntemlerle karşılaştırıldığı çalışmalarda tetkikler arasında güçlü korelasyon bulunmuştur.³⁴ Lin ve ark. yaptığı çalışmada ekokardiyografi ve KMRG karşılaştırılmıştır. KMRG ve ekokardiyografi ile hesaplanan pik hızlar arasında güçlü korelasyon saptanmıştır³⁵.

Mitral kapağın değerlendirilmesi için nefes tutmalı 'SSFP' gradiyent eko sine serileri kullanılır. Sine serileri öncelikle çeşitli görüntülerde elde edilir³⁶ (4 boşluk, 2 boşluk, vertikal uzun aks) (Şekil 7). Bu görüntülerle mitral kapağın fonksiyonel ve anatomik yapısı ile ilgili detaylı incelemeler yapılabilir. Dört boşluk görüntülerden ventrikül ve atriyum çapları da ölçülebilir.



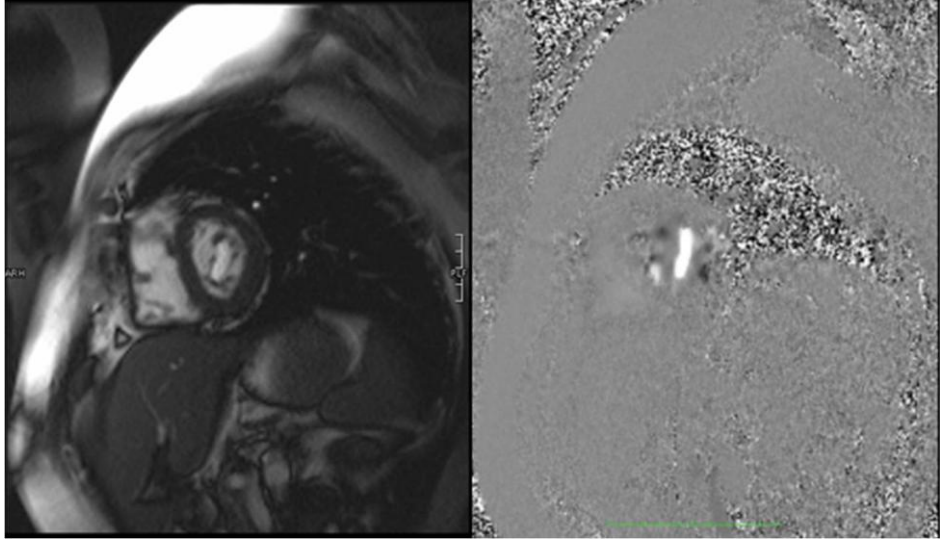
Şekil 7. Vertikal uzun aks, 4 boşluk, 2 boşluk

Mitral kapağın morfolojisine bağlı olarak, kısa aks görünütlerde mitral kapak orifisine paralel kesitler değerlendirilir³⁷. Kapağın tabanından başlayarak yaprakçıkların ucuna doğru görünebilen orifis alanı azalır. Maksimum diyastolik açıklığa sahip en apikal yerleşimli kesit mitral kapağın planimetrisi için seçilir (şekil 8).



Şekil 8. Mitral kapak planimetrik alan

Hız haritalama yöntemi, akım ve darlığın ciddiyeti hakkında bilgi verir³⁷. Kısa aksta mitral kapak düzlemine paralel olarak hız haritalanmalı KMRG serileri uygulanır. Görüntüler işlem sonrası ayrı bir yazılım programına aktarılır, zirve hızlar ve hız zaman eğrileri elde edilir. Ayrıca, modifiye 'Bernoulli ' denklemi ile ' $\Delta P=4v^2$ ' gradiyent hesabı yapılabilir (şekil 9).



Şekil 9. Hız Haritalı Görüntüleme

Kardiyak manyetik rezonans görüntüleme ventriküler hacim, EF, miyokardiyal kütle değerlendirmesinde altın standarttır³⁸. KMRG, kapak hastalarında ventriküler parametrelerin takibinde mükemmel bir yöntemdir ve kapak cerrahisinin zamanın belirlenmesinde kullanılabilir³⁸.

IV- ÇALIŞMANIN AMACI

Mitral darlığında, hastaların takip ve tedavisinde en önemli parametrelerden bir tanesi MKA'dır. MKA'nın Doppler ekokardiyografi ile değerlendirilmesi klinikte en sık kullanılan ve hastaların takibinde kolay ve doğru bilgiler sağlayan bir tanı yöntemidir. KMRG de son yıllarda kapak fonksiyonlarının değerlendirilmesinde kullanılmaya başlanmıştır. Literatürde özellikle aort kapağın KMRG ile değerlendirilmesi ve sonuçların ekokardiyografi ile uyumluluğunu gösteren birçok çalışma bulunmaktadır³⁹. Ancak, bu tetkikin MD'daki yeri ile ilgili veriler sınırlı sayıdadır.

Bu çalışmayı planlamadaki amacımız; sinüs ritmindeki saf MD hastalarında planimetrik MKA, MKAİ ve diyastolik akım hızlarının TTE ile değerlendirilmesi, bu değerlerin KMRG'den elde edilen veriler ile karşılaştırılması ve bu alanda KMRG kullanımının yeri olup olmadığının araştırılmasıdır.

V- GEREÇ VE YÖNTEM

1- Hasta Seçimi

Çalışmamızda, 01.07.2009 ile 31.01.2010 tarihleri arasında MD ön tanısı ile ekokardiyografi laboratuvarına yönlendirilen ve yapılan TTE'lerinde MD tespit edilen sinüs ritmindeki hastalar değerlendirmeye alındı. Dahil edilme kriterlerine göre yaşları 28 – 65 arasında değişen (ortalama 50.4 ± 10.2) toplam 31 hasta değerlendirildi. Çalışmaya alınan hastaların 28'i (%90.3) kadın, 3'ü (%9.7) erkekti.

Dahil Edilme Kriterleri :

1. Hafif- orta ve ileri MD varlığı
2. Hastaların sinüs ritminde olması
3. Hastaların 18 – 65 yaş arasında olması
4. KMRG'ye girebilecek hastalar

Dışlanma Kriterleri :

1. Ejeksiyon fraksiyonunun %50'nin altında olması
2. Atriyal fibrilasyon
3. İskemik kalp hastalığı
4. Hafif derecenin üzerinde mitral yetersizliği
5. Hafif derecenin üzerinde aort yetersizliği
6. Hafif derecenin üzerinde aort stenozu
7. Daha önce geçirilmiş valvulotomi hikayesi
8. Daha önce geçirilmiş komissürotomi hikayesi
9. KMRG için kontraendikasyon bulunması

2- Çalışma Protokolü

Çalışmaya dahil edilen tüm hastaların yaş, cinsiyet, boy, kilo, VYA, kardiyovasküler risk faktörleri, klinik bilgileri ve güncel medikal tedavileri kaydedildi. Tüm hastalara detaylı TTE'yi takiben 1 saat içerisinde KMRG incelemesi yapıldı. Çalışma yerel etik komite tarafından onaylandı ve tüm hastalar çalışma konusunda bilgilendirildi ve hastalara aydınlatılmış onam formu imzalatıldı.

3- Ekokardiyografik Değerlendirme

Tüm hastalara, ekokardiyografi alanında uzman bir doktor tarafından istirahat halinde, 45° sol yan dekübitus pozisyonunda ekokardiyografik inceleme yapıldı. M-mode, iki boyutlu ve renkli akım Doppler kayıtları, Siemens Acuson Sequoia C256 ve General Electric Vivid 3 ekokardiyografi cihazları kullanılarak yapıldı. 2.5-3.5 MHz'lik transdüserler ve harmonik görüntüleme kullanıldı. Parasternal kısa ve uzun aks görüntüleri ile, apikal dört boşluk ve iki boşluk pozisyonunda, iki boyutlu görüntüleme yapıldı. Ekokardiyografik inceleme sırasında eş zamanlı EKG ve kalp hızı takibi yapıldı. Tüm ölçümler üç kez tekrar edilip ortalamaları alındı.

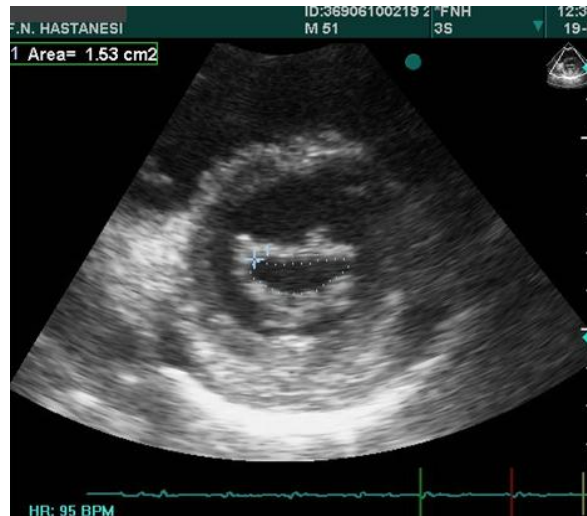
Standart M-mode ölçümleri, Amerikan Ekokardiyografi Cemiyeti' nin önerilerine göre yapıldı, SoV sistolik ve diyastolik çaplar ve interventriküler septum kalınlığı (İVSK) ile SoV posteriyor duvar kalınlığı (PDK) ölçüldü⁴⁰.

İki boyutlu parasternal uzun aks görüntülerden mitral kapağın anatomik yapısı, MY ve MKAİ ölçüldü⁴¹ (Şekil 10). Aynı zamanda aort kapak ve SVÇYÇ değerlendirmesi yapıldı.



Şekil 10. Mitral Kapak Açılma İndeksi Değerlendirilmesi

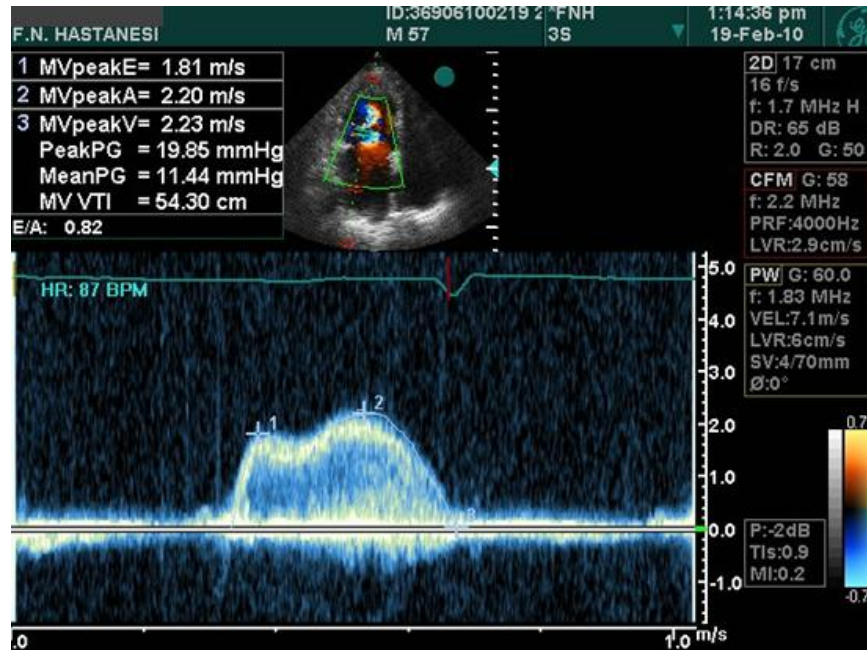
Parasternal kısa aks pozisyonda, mitral kapağın leaflet uçlarından kesit alınarak diyastolde en küçük planimetrik MKA santimetre kare biriminde değerlendirildi (şekil 11).



Şekil 11. Planimetrik Mitral Kapak Alanı

Sol ventrikül bölgesel duvar hareketleri Amerikan Ekokardiyografi Cemiyeti' nin önerilerine göre 17 segment modeline göre dikkatle incelendi. SoV sistolik diyastolik volümleri ve EF; iki planlı apikal (2 ve 4 boşluk) görüntülerde, modifiye 'Simpson metodu' kullanılarak hesaplandı⁶⁷. Normal SoV sistolik fonksiyonu; normal SoV diyastol sonu ve sistol sonu çapları, majör bölgesel kasılma kusurunun olmaması, EF'nun > % 50 olması olarak tanımlandı.

Apikal dört boşluk ve 2 boşluk görüntülerde stenotik mitral kapak 2 boyutlu olarak değerlendirildi. Ekokardiyografik skora açısından anatomik değerlendirme yapıldı ve her hastanın 'Wilkins Skoru' hesaplandı²⁵. MKAİ değerlendirildi (Şekil 10). Yine apikal dört boşluk görüntüsünde 'CW ' ve 'PW' Doppler tekniği kullanılarak mitral kapak diyastolik HZİ elde edildi. Pik E ve A hızları ile 'Bernoulli' denklemi ile maksimum gradiyent ve ortalama gradiyentler hesaplandı (Şekil 12). HZİ'de erken diyastolik mitral akımın deselerasyon zamanı ölçüldü ve MKA Doppler basınç yarılanma zamanı metodu ($MKA=220/PHT$) ile hesaplandı.



Şekil 12. Apikal 4 Boşluk Görüntülemeye Mitral Kapak HZİ ile Pik E-A Hızları ve Gradiyent Hesaplanması

Apikal dört boşluk görüntüde, renkli Doppler kullanılarak aort ve triküspit kapak yapı ve fonksiyonları değerlendirildi. ‘CW’ Doppler tekniği kullanılarak, pik triküspit yetersizlik akım hızı elde edildi ve ‘modifiye Bernoulli denklemi’ yardımıyla SaV - SaA arasındaki pik basınç gradiyenti hesaplandı. Bu değere SaA basıncı eklenerek sistolik PAB elde edildi⁴². SaA basıncı subkostal pencereden inferiyor vena kavanın maksimum çapı ve inspiyumdaki kollaps derecesine göre hesaplandı⁴³. Pulmoner hipertansiyon sistolik PAB ≥ 40 mm Hg olması olarak tanımlandı⁴⁴. Apikal dört boşluk görüntüsünde SoA ve SaA çapları ve alanları ölçüldü.

Apikal beş boşluk görüntüsünde SVÇYÇ, ‘PW’ Doppler kullanılarak değerlendirildi. SVÇYÇ HZİ kaydedildi ve buradan devamlılık denklemine göre MKA hesaplandı.

Mitral kapak alanının 1.5 cm^2 ’nin üstünde, ortalama gradiyentin 5 mmHg ’nin altında olması hafif; MKA’nın $1.0- 1.5 \text{ cm}^2$, gradiyentin $5- 10 \text{ mmHg}$ arasında olması orta ve MKA’nın 1.0 cm^2 ’nin altında ve gradiyentin 10 mmHg ’nin üstünde olması ileri MD olarak değerlendirildi.

4- Kardiyak Manyetik Rezonans Görüntüleme ile Değerlendirme

Tüm hastalara, TTE değerlendirmesinden sonra 1 saat içerisinde gradiyent eko ‘SSFP’ tekniği ile EKG tetiklemeli 1.5 Tesla Siemens Sonata cihazı kullanılarak KMRG incelemesi yapıldı ve kısa aks mitral kapak seviyesinden hız haritalama ile diyastolik akım hızları elde edildi.

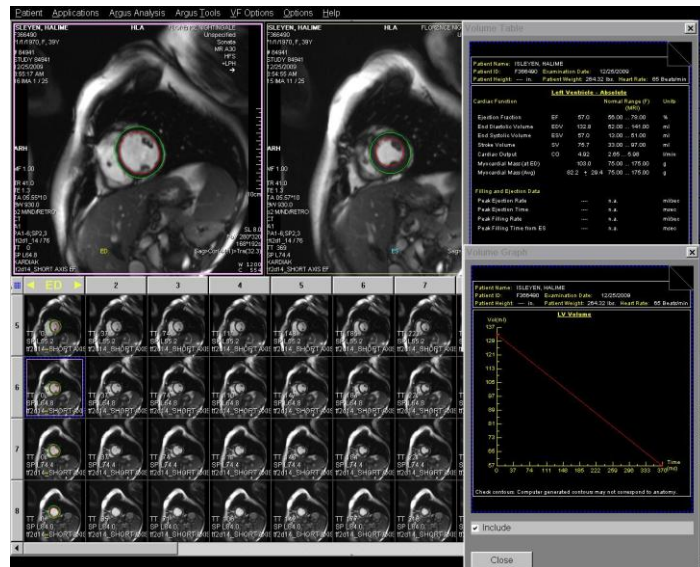
Kardiyak hareket ve fonksiyon, görüntülerin EKG ile senkronizasyonu sayesinde sağlandığından tüm hastalara EKG monitorizasyonu yapıldı⁴⁵. SoV sistolik fonksiyonlarının değerlendirilmesinde prospektif tetiklemeli ve akım paternlerinin elde edilmesinde retrospektif tetiklemeli EKG ile görüntüleme yapıldı. Tüm ölçümler 2 ayrı gözlemci tarafından 3’er kez tekrarlanıp ortalamaları alındı.

Kardiyak manyetik rezonans görüntüleme için, ilk basamak olarak genel

anatominin belirlenmesi amacı ile sanıyeler içinde nefes tutmasız olarak koronal, sagittal ve transvers planlarda lokalize edici görüntüler alındı. Transvers görüntülerden, mitral kapak ve SoV apeksinden geçecek şekilde bir kesit alındı ve sistolik ve diyastolik 2 oda görüntüler elde edildi. 2 oda görüntülerden mitral kapağın alt 1/3'ünden ve SoV apeksinden geçen bir kesitle 4 oda görüntüler elde edildi. 4 oda görüntülerden mid-mitral seviyeden SoV uzun aksına paralel olacak şekilde bir kesit alındı ve kısa aks imajlar oluşturuldu. Son olarak kısa aks aort kapak seviyesinden kesit alınarak 3 oda görüntüler elde edildi.

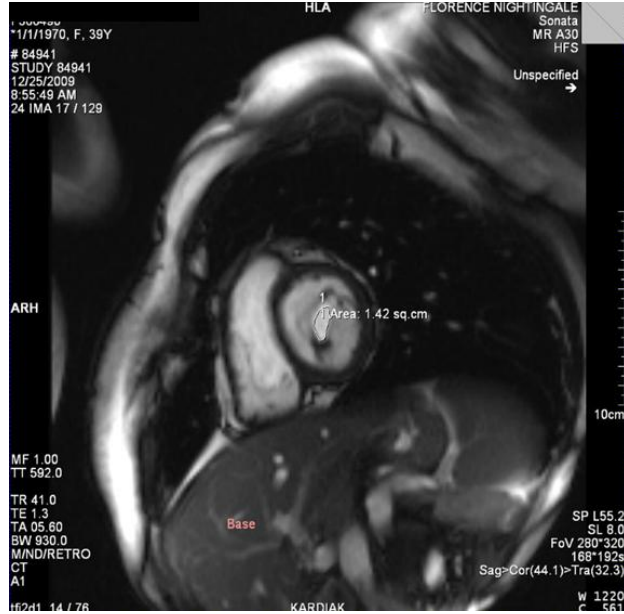
Tüm bu görüntülerden EKG tetiklemeli, nefes tutmalı sine gradiyent eko 'SSFP' imajlar elde edildi (kesit kalınlığı: 8 mm, temporal rezulasyon: 41msn, eko zamanı: 1.25 msn, sapma açısı: 30 derece, piksel band genişliği: 930 Hz, matriks: 256x192). 4 oda görüntülerden ekokardiyografik ölçümlere benzer şekilde ventrikül sistolik ve diyastolik çaplar ile atriyal longitudinal ve horizontal çaplar ölçüldü⁴⁶. Kısa aks görüntülerden, SoV İVSK ve PDK ölçüldü.

Kısa aks görüntülerden mitral kapak ortasından başlayan ve SoV uzun aksına perpendiküler olacak şekilde tüm SoV kapsayan 8 mm kesit kalınlığında 10- 12 kesit alındı. İşlem sonrası endokardiyal ve epikardiyal sınırlar çizildi, 'Simpson' kuralına göre volümetrik kantifikasyona dayalı tomografik teknikle sistol sonu ve diyastol sonu volüm ve atım hacimleri, EF ve miyokard kütleleri değerlendirildi⁴⁷ (Şekil 13).



Şekil 13. KMRG ile EF Hesaplanması

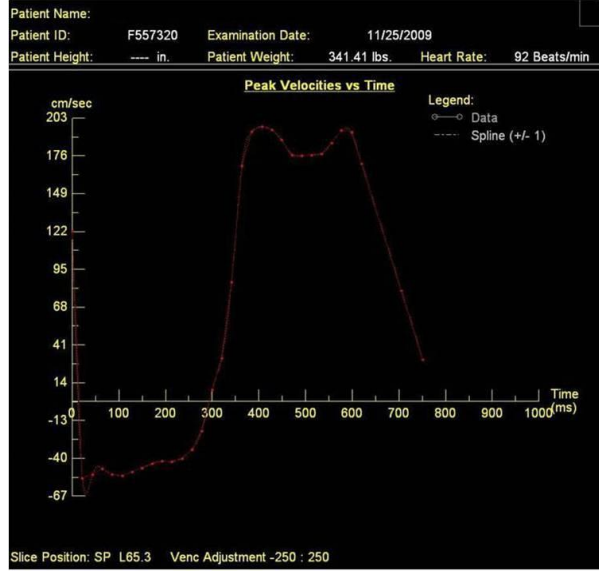
Kısa aks görüntülerde mitral kapağın morfolojisine bağlı olarak, mitral kapak orifisine paralel 4- 6 kesit alındı. Maksimum diyastolik açıklığa sahip en apikal yerleşimli kesit mitral kapağın planimetrisi için seçildi ve ölçüm planimetrik MKA olarak kaydedildi (Şekil 14).



Şekil 14. KMRG ile planimetrik MKA

Üç oda sine görüntülerden mitral kapak yaprakçıklarının arasındaki maksimum diyastolik açıklık ölçüldü ve MKAİ olarak kaydedildi.

Sol ventrikül kısa aksından mitral kapağın planimetrisi için seçilen kesitten hız haritalamalı görüntüleme yapıldı. (kesit kalınlığı: 5 mm, temporal rezulasyon: 41 msn, eko zamanı: 3.2 msn, sapma açısı: 30 derece, piksel band genişliği: 391 Hz, matriks: 256x232). Kalp hızı ile değişmekle birlikte, nefes tutmasız retrospektif EKG tetiklemeli yapılan bu görüntüleme ortalama 4 - 4,5 dakika sürdü. Elde edilen imajlar işlem istasyonunda incelendi. Pik velositeyi elde etmek için her görüntüde ilgilenilen bölge çizildi ve pik hız- zaman grafiği elde edildi. Bu grafikten pik E ve A dalgaları belirlenip kayıt edildi.



Şekil 15. KMRG ile pik hızlar - zaman grafiği

5- İstatiksel Analiz:

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için "Statistical Package for Social Sciences (SPSS) for Windows 12" programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tamamlayıcı istatistiksel metodların (ortalama, standart sapma) yanısıra, niceliksel verilerin karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren parametrelerin gruplar arası karşılaştırılmalarında Oneway Anova testi ve Student's t testi kullanıldı. Normal dağılım gösteren parametreler arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde Pearson korelasyon testi, normal dağılım göstermeyen parametreler arasındaki ilişkinin incelenmesinde Spearman's rho korelasyon testi kullanıldı. Pearson korelasyon analizlerinde, korelasyon katsayısı (r) hesaplandı. Korelasyon katsayısı |0 ile 0.25| arasında olanlar çok zayıf derecede, |0.25 ile 0.50| arasında olanlar zayıf derecede, |0.50 ile 0.69| arasında olanlar orta derecede, |0.70 ile 0.89| arasında olanlar yüksek derecede ve |0.90 ile 1.0| arasında olanlar çok yüksek derecede korele olarak tanımlandı. Niteliksel verilerin karşılaştırılmasında ise ki-kare testi kullanıldı. Yöntemlerin arasındaki doğruluğu test etmek amacıyla Bland-Altman analizi uygulandı. Ekokardiyografi ile tespit edilen MD'nın (MKA<1.5 cm²) KMRG ile öngördürücü değerlerinin tanımlanması için "receiver operating curve" (ROC)

analizi yapıldı. Sonuçlar %95'lik güven aralığında, anlamlılık $p<0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

VI-BULGULAR

1- Demografik Veriler

Çalışmaya alınan hastalara ait demografik veriler ve kardiyovasküler risk oranları tablo 6'da gösterilmiştir. Tüm hasta grubunda cinsiyet, yaş, boy, kilo, hipertansif hasta oranı, diyabetik hasta oranı, sigara kullanan hasta oranı, hiperlipidemisi olan hasta oranı, aile hikayesi bulunan hasta oranı ve obezitesi bulunan hasta oranı belirtilmiştir. Erkek hastaların yaş ortalaması 63.3 ± 2.8 , kadın hastaların yaş ortalaması 49.0 ± 9.8 olup her iki cinsiyet arasında yaş ortalaması açısından anlamlı fark bulunmaktadır ($p=0.02$). Risk faktörleri açısından değerlendirildiğinde kadın ve erkek cinsiyet arasında anlamlı fark tespit edilmedi (p değerleri >0.05)

Hastalar (n=31)	
Kadın Cinsiyet	28 (% 90.3)
Erkek Cinsiyet	3 (% 9.7)
Yaş	50.4±10.2
Boy	161.3±6.9
Kilo	74.8±11.1
Hipertansiyon	13 (%41.9)
Diyabet	3 (%9.7)
Sigara	5 (%16.1)
Hiperlipidemi	7 (%22.6)
Aile Hikayesi	2 (%65)
Obezite	15 (%48.4)

Tablo 6. MD Hasta Grubunda Demografik Veriler

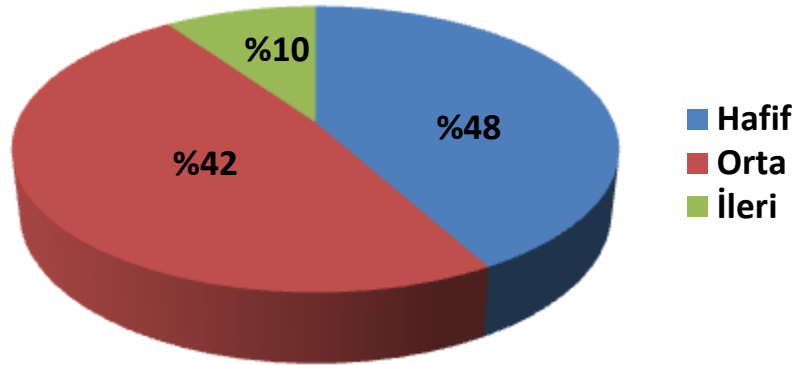
2- Ekokardiyografik Veriler ve Mitral Darlığı Ciddiyeti

Ekokardiyografi skorlaması, sistolik PAB ve diğer kapak patolojilerinin verileri tablo 7’de özetlenmiştir.

Veriler	
Ekokardiyografik Mitral Kapak Skoru	6.0-15.0 (8.96±2.31)
sPAB	23-58 (37.6±8.39)
MY Yok	3 (%9.7)
+1	13 (%41.9)
Hafif	15 (%48.4)
AS Yok	26 (%83.9)
Hafif	5 (%16.1)
AY Yok	14 (%45.2)
+1	10 (%32.3)
Hafif	7 (%22.6)

Tablo 7. Ekokardiyografik Veriler

Mitral darlığı ciddiyeti değerlendirildiğinde hastaların 13 tanesinde (%48) hafif, 15 tanesinde (%42) orta ve 3 tanesinde (%10) ileri MD tespit edildi (şekil 16). İleri MD olan hastaların sayısı az olduğundan. MD ciddiyetine göre MKA ve pik hızlar değerlendirilirken, hastalar hafif ve orta-ileri olmak üzere 2 gruba ayrıldı.



Şekil 16. Ekokardiyografik MD Ciddiyeti Dağılımı

3-Ekokardiyografi ve Kardiyak Manyetik Rezonans Görüntüleme ile Ölçümlerin Karşılaştırılması

Konvansiyonel ekokardiyografi ile elde edilen ölçümlerin, KMRG ile elde edilen veriler ile karşılaştırılması tablo 8 ve 9 'da gösterilmiştir. Her iki yöntemde tüm veriler için minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri belirtilmiştir.

	TTE	KMRG	p değeri
SoV Sistolik Çap	2.54-4.57 (3.33±0.36)	2.60-4.50 (3.32±0.37)	0.905
SoV Diyastolik Çap	4.45-5.80 (5.0±0.29)	4.50-5.60 (4.99±0.28)	0.451
EF	56-67 (60.0±3.08)	55-71.8 (61.5±4.2)	0.096
IVSK	0.75-1.31 (0.99±0.14)	0.74-1.32 (0.96±0.15)	0.01
PDK	0.75-1.20 (0.94±0.12)	0.73-1.23 (0.90±0.13)	<0.001
SVÇY Çapı	1.80-2.38 (2.07±0.13)	1.87-2.37 (2.1±0.14)	0.048
SoA Horizontal Çap	3.90-6.60 (4.90±0.66)	3.80-6.59 (5.03±0.64)	0.062
SoA Longitudinal Çap	5.0-8.20 (6.53±0.74)	5.40-8.10 (6.57±0.68)	0.721
SoA Alan	15.7-43.4 (28.38±6.43)	20-43 (30.08±5.83)	0.009
SaA Horizontal Çap	3.10-5.40 (3.92±0.47)	3.10-5.10 (3.92±0.47)	0.690
SaA Longitudinal Çap	4.0-7.10 (5.16±0.71)	4.10-6.80 (5.12±0.65)	0.343
SaA Alan	12.30-30.0 (17.62±3.87)	13.8-28.1 (18.37±4.07)	0.113
SaV Sistolik Çap	2.10-4.20 (2.69±0.44)	2.16-4.30 (2.74±0.45)	0.017

Tablo 8. Ekokardiyografik ve KMRG ile Ölçümlerin Karşılaştırılması

Duvar kalınlıkları TTE ile KMRG ölçümlerinden istatistiksel anlamlı olarak daha kalın ölçülmüştür ($p=0.010$, $p<0.001$). SVÇY çapı KMRG ile daha yüksek ölçülmüştür, sınırda bir istatistiksel anlamlılık mevcuttur ($p=0.048$). SoA alanı KMRG ile istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p=0.009$). SaV sistolik çapı KMRG ile istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek ölçülmüştür ($p=0.017$).

	TTE	KMRG	p değeri
Planimetrik MKA	0.98-2.0 (1.50±0.23)	0.82-2.0 (1.50±0.26)	0.090
MKAİ	0.60-1.38 (1.00±0.6)	0.65-1.32 (0.99±0.16)	0.131
Pik E Hızı	96-210 (145.83±26.37)	90-185 (127,53±24.99)	<0.001
Pik A Hızı	124-202 (156.25±22.20)	90-200 (138.69±24.01)	<0.001

Tablo 9. Ekokradyyografik ve KMRG ile Planimetrik MKA, MKAİ, Pik E ve A Hızlarının Karşılaştırılması

Planimetrik MKA karşılaştırıldığında, iki tetkik arasında anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0.09$). MKAİ değerleri karşılaştırıldığında iki tetkik arasında anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0.131$). KMRG ile pik E ve A hızları istatistiksel anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p<0.001$, $p<0.001$).

Konvansiyonel ekokardiyografi ile elde edilen ölçümlerin, KMRG ile elde edilen veriler ile karşılaştırılması; hastalar hafif ve orta-ileri olarak iki gruba ayrılıp yapıldığında elde edilen veriler tablo 10 ve 11’de gösterilmiştir.

	TTE	KMRG	p değeri
Planimetrik MKA	1.50-2.0 (1.70±0.15)	1.44-2.0 (1.70±0.17)	0.953
MKAİ	0.94-1.38 (1.14±0.12)	0.94-1.32 (1,10±0.11)	0.024
Pik E Hızı	96-168 (130.53±22.73)	90-145 (131.15±17.70)	0.01
Pik A Hızı	124-190 (150.61±23.65)	90-183 (131.15±30.25)	<0.001

Tablo 10. Hafif MD’nda Ekokardiyografik ve KMRG ile Planimetrik MKA, MKAİ, Pik E ve A Hızlarının Karşılaştırılması

Hafif MD olan hastalarda planimetrik MKA karşılaştırıldığında, iki tetkik arasında anlamlı fark saptanmamıştır (p=0.953). KMRG ile MKAİ değerleri istatistiksel anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur (p=0.024). KMRG ile pik E ve A hızları istatistiksel anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur (p=0.01, p<0.001).

	TTE	KMRG	p değeri
Planimetrik MKA	0.98-1.50 (1.35±1.64)	0.82-1.60 (1.35±0.22)	0.043
MKAİ	0.60-1.10 (0.90±0.14)	0.65-1.10 (0.90±1.37)	0.904
Pik E Hızı	118-210 (156.88±23.56)	92-185 (136.70±25.86)	<0.001
Pik A Hızı	125-202 (160.50±20.78)	100-200 (144.13±27.65)	0.001

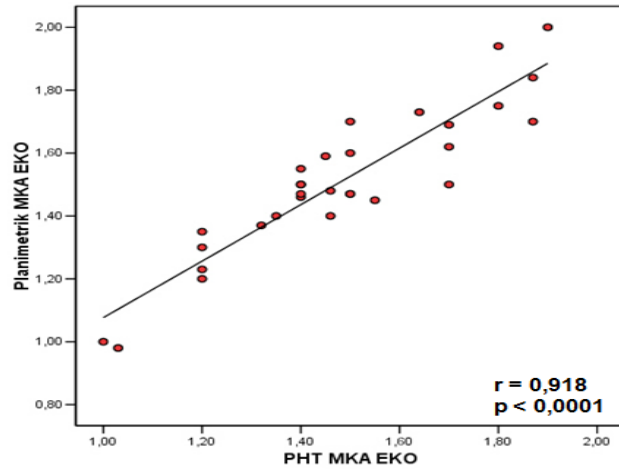
Tablo 11. Orta-ileri MD’nda Ekokardiyografik ve KMRG ile Planimetrik MKA, MKAİ, Pik E ve A Hızlarının Karşılaştırılması

Orta-ileri MD olan hastalarda planimetrik MKA KMRG ile daha küçük ölçülmüştür, iki tetkik arasında sınırda bir istatistiksel anlamlılık mevcuttur (p=0.043). MKAİ değerleri karşılaştırıldığında iki tetkik arasında anlamlı fark

saptanmamıştır ($p=0.904$). KMRG ile pik E ve A hızları istatistiksel anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p<0.001$, $p=0.001$).

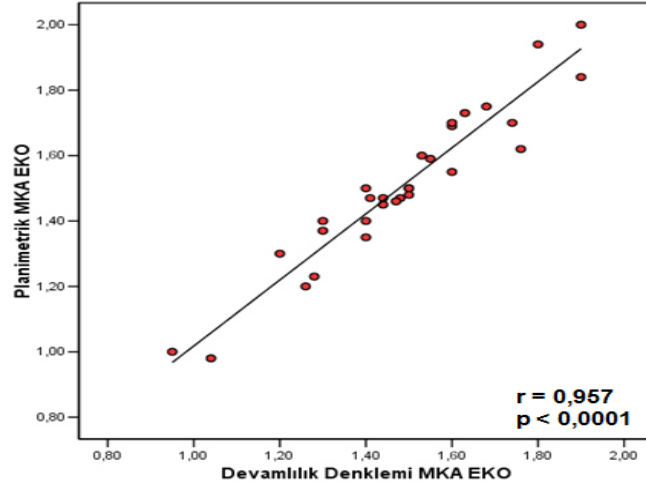
4- Korelasyon Analizleri

Ekokardiyografik PHT yöntemi ile hesaplanan MKA ile, ekokardiyografik olarak ölçülen planimetrik MKA arasında çok yüksek bir korelasyon olduğu saptandı ($r=0,918$, $p<0,0001$).



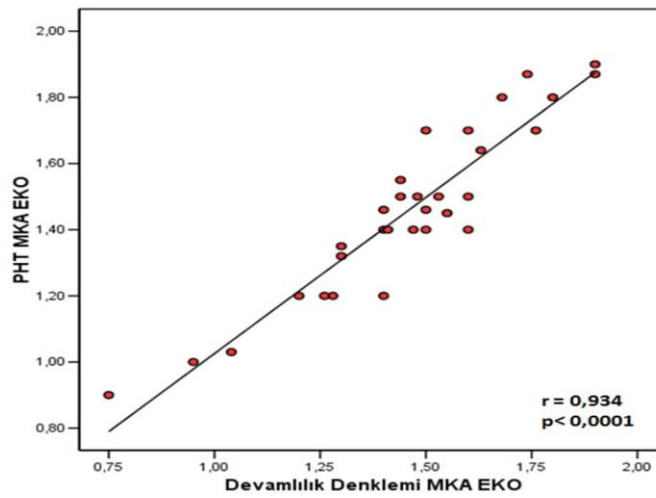
Şekil 17. Ekokardiyografik Planimetrik ve PHT ile Ölçülen MKA Arasındaki İlişki

Ekokardiyografik devamlılık yöntemi ile hesaplanan MKA ile, ekokardiyografik olarak ölçülen planimetrik MKA arasında çok yüksek bir korelasyon olduğu saptandı ($r= 0,957$, $p<0,0001$).



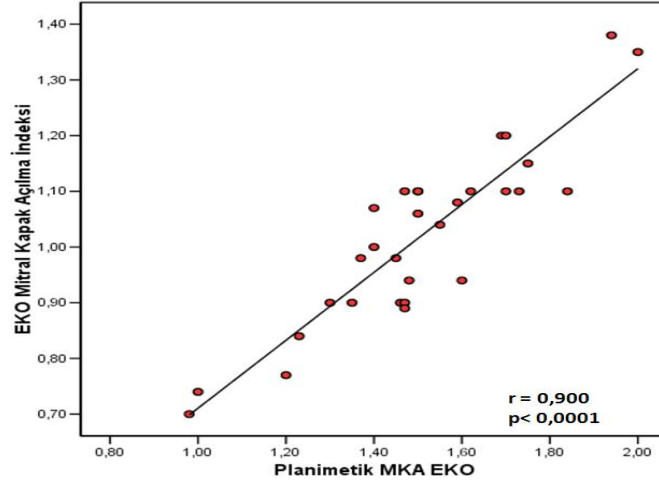
Şekil 18. Ekokardiyografik Planimetrik Ölçülen MKA ile Devamlılık Yöntemi ile Hesaplanan MKA Arasındaki İlişki

Ekokardiyografik PHT yöntemi ile ölçülen MKA ile, ekokardiyografik devamlılık yöntemi ile hesaplanan MKA arasında çok yüksek bir korelasyon olduğu saptandı ($r= 0,934$, $p<0,0001$).



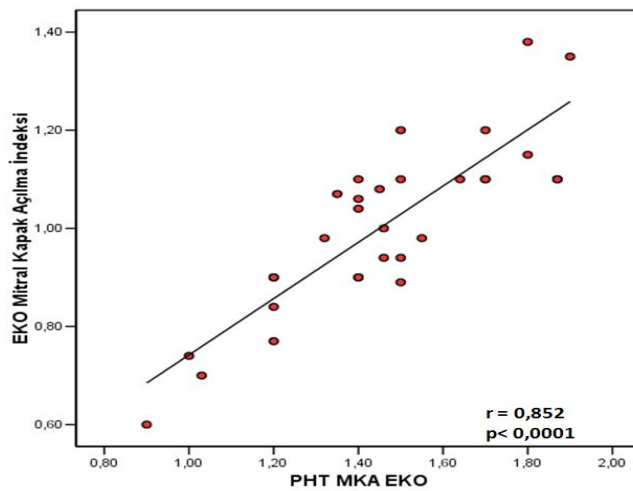
Şekil 19. Ekokardiyografik PHT ile ölçülen MKA ile Devamlılık Yöntemi ile Hesaplanan MKA Arasındaki İlişki

Ekokardiyografik olarak ölçülen planimetrik MKA ile, ekokardiyografik olarak değerlendirilen MKAİ arasında çok yüksek bir korelasyon olduğu saptandı ($r= 0,900$, $p<0,0001$).



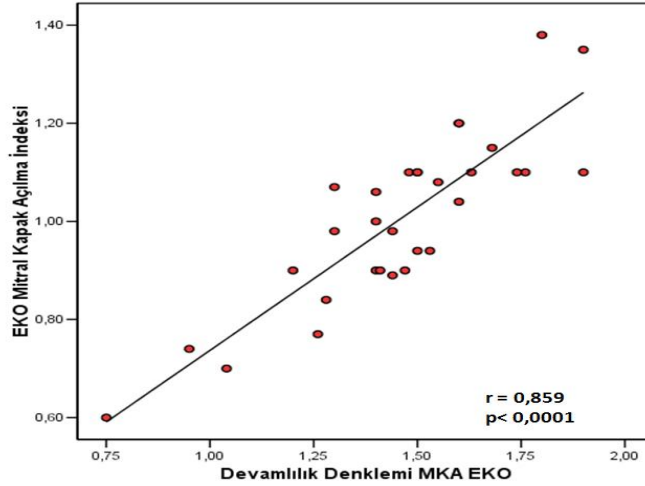
Şekil 20. Ekokardiyografik Olarak Değerlendirilen MKAİ ile Ekokardiyografik Planimetrik Ölçülen MKA Arasındaki İlişki

Ekokardiyografik PHT yöntemi ile hesaplanan MKA ile, ekokardiyografik olarak değerlendirilen MKAİ arasında yüksek bir korelasyon olduğu saptandı ($r= 0,852$, $p<0,0001$).



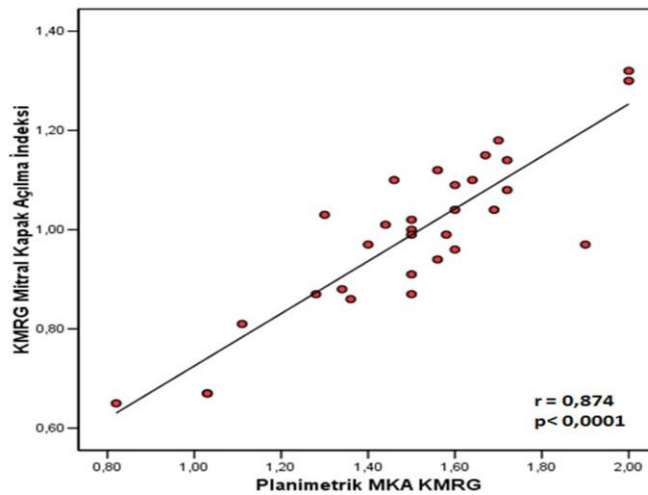
Şekil 21. Ekokardiyografik Olarak Değerlendirilen MKAİ ile Ekokardiyografik PHT ile ölçülen MKA Arasındaki İlişki

Ekokardiyografik devamlılık yöntemi ile hesaplanan MKA ile, ekokardiyografik olarak değerlendirilen MKAİ arasında yüksek bir korelasyon olduğu saptandı ($r=0,859$, $p<0,0001$).



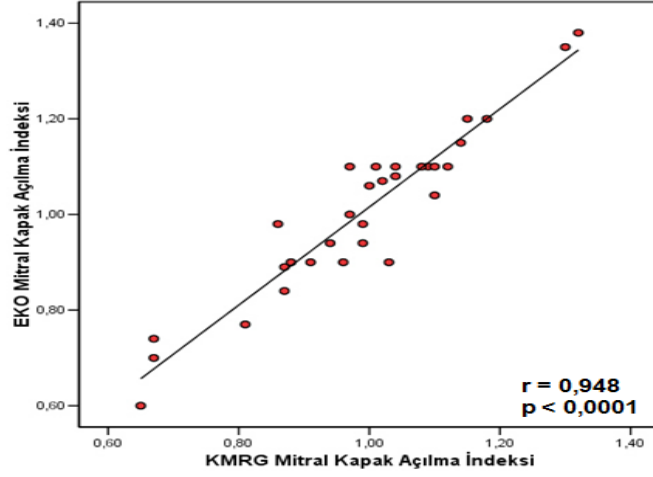
Şekil 22. Ekokardiyografik Olarak Değerlendirilen MKAİ ile Devamlılık Yöntemi ile Hesaplanan MKA Arasındaki İlişki

Kardiyak manyetik rezonans görüntüleme ile hesaplanan MKAİ ile, KMRG ile planimetrik ölçülen MKA arasında yüksek bir korelasyon olduğu saptandı ($r=0,900$, $p<0,0001$).



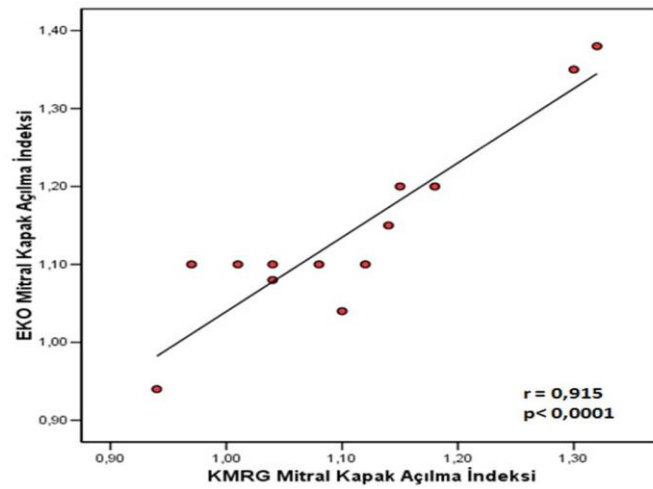
Şekil 23. KMRG ile Hesaplanan MKAİ ile KMRG ile Planimetrik Ölçülen MKA Arasındaki İlişki

Kardiyak manyetik rezonans görüntüleme ile ölçülen mitral kapak açılma indeksi ile, ekokardiyografik olarak ölçülen mitral kapak açılma indeksi arasında çok yüksek bir korelasyon olduğu saptandı ($r= 0,948$, $p<0,0001$).



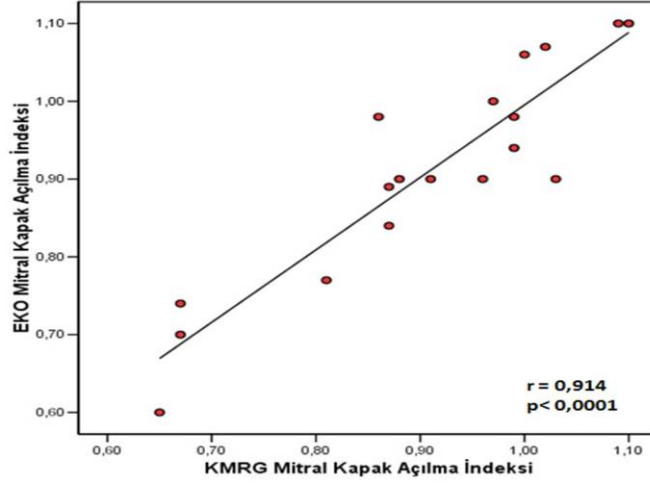
Şekil 24. Ekokardiyografik ve KMRG ile Hesaplanan MKAI Arasındaki İlişki

Hafif MD olan hastalarda; KMRG ile hesaplanan MKAI ile, ekokardiyografik olarak ölçülen MKAI arasında çok yüksek bir korelasyon olduğu saptandı ($r= 0.915$, $p<0.0001$).



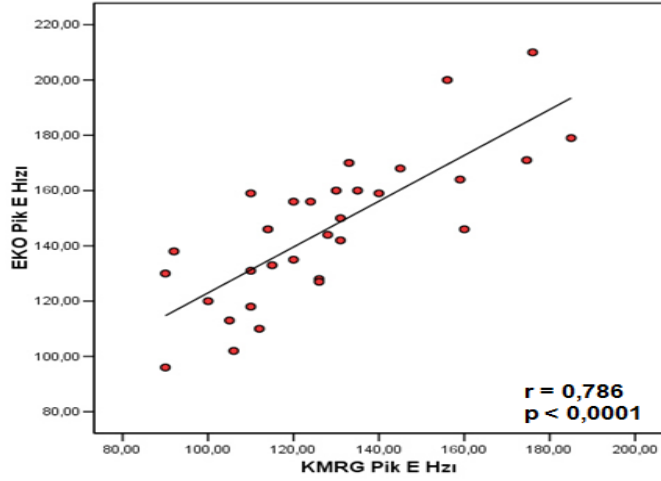
Şekil 25. Hafif MD'nda Ekokardiyografik ve KMRG ile hesaplanan MKAI Arasındaki İlişki

Orta ve ileri MD olan hastalarda; KMRG ile ölçülen MKAI ile, ekokardiyografik olarak ölçülen MKAI arasında çok yüksek bir korelasyon olduğu saptandı ($r=0.914$, $p<0.0001$).



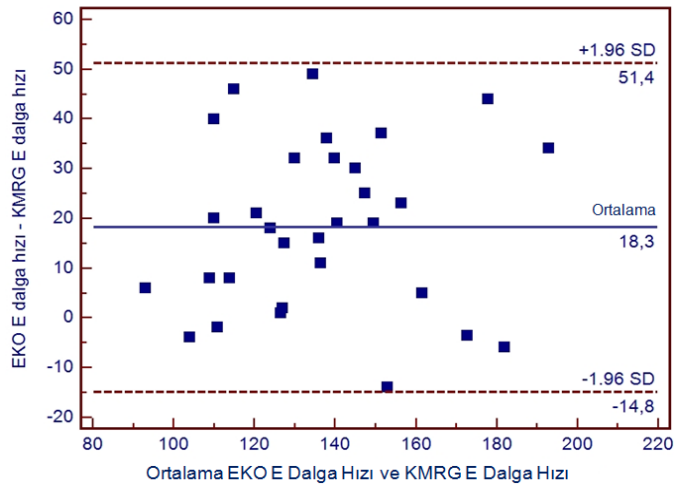
Şekil 26. Orta-İleri MD'nda Ekokardiyografik ve KMRG ile hesaplanan MKAI Arasındaki İlişki

Kardiyak manyetik rezonans görüntüleme ile hesaplanan pik E hızı ile ekokardiyografik olarak hesaplanan pik E hız arasında yüksek korelasyon saptandı ($r= 0.786$, $p<0.0001$).



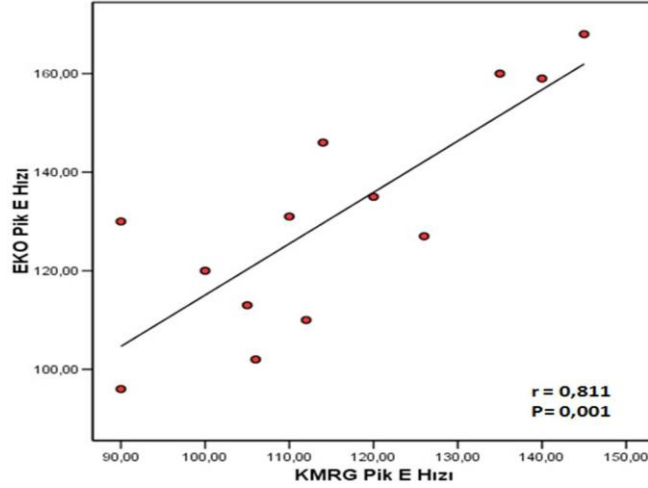
Şekil 27. Ekokardiyografik ve KMRG ile Hesaplanan Pik E Hızları Arasındaki İlişki

İki tetkik karşılaştırıldığında pik E hız için ortalama fark $- 18,3$, (Standart sapma: $0,98$) ve kabul edilme limitleri: $- 14,8$, $51,4$ Bland-Altman analizinde de görüldüğü üzere, ölçümlerin tamamı, iki metodun ortalama farklarının ± 2 standart sapması arasındaki alanda bulunmaktadır.



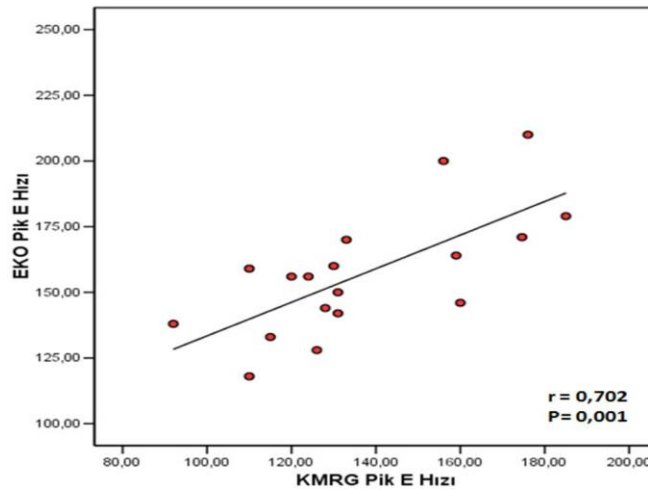
Şekil 28. Pik E Hızları İçin Bland Altman Analiz Grafiği

Hafif MD olan hastalarda; KMRG ile hesaplanan pik E hızı ile ekokardiyografik olarak hesaplanan pik E hız arasında yüksek korelasyon saptandı ($r= 0.811$, $p=0.001$).



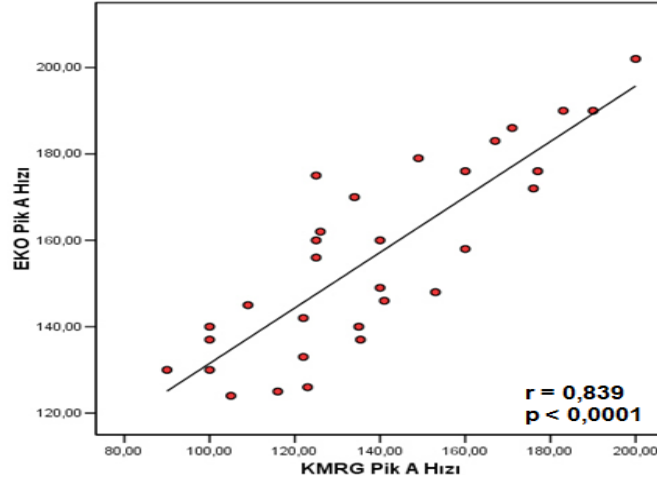
Şekil 29. Hafif MD’nda Ekokardiyografik ve KMRG ile Hesaplanan Pik E Hızları Arasındaki İlişki

Orta ve ileri MD olan hastalarda; KMRG ile hesaplanan pik E hızı ile ekokardiyografik olarak hesaplanan pik E hız arasında yüksek korelasyon saptandı ($r= 0.702$, $p=0.001$).



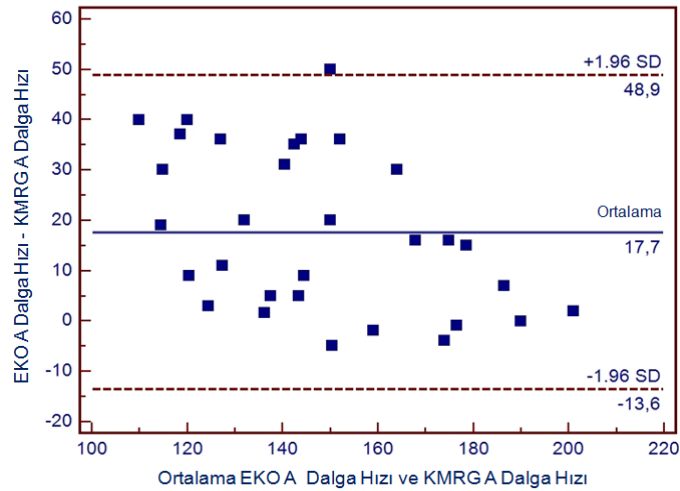
Şekil 30. Orta-İleri MD’nda Ekokardiyografik ve KMRG ile Hesaplanan Pik E Hızları Arasındaki İlişki

Kardiyak manyetik rezonans görüntüleme ile hesaplanan pik A hızı ile ekokardiyografik olarak hesaplanan pik A hız arasında yüksek korelasyon saptandı ($r= 0.839$, $p<0.0001$).



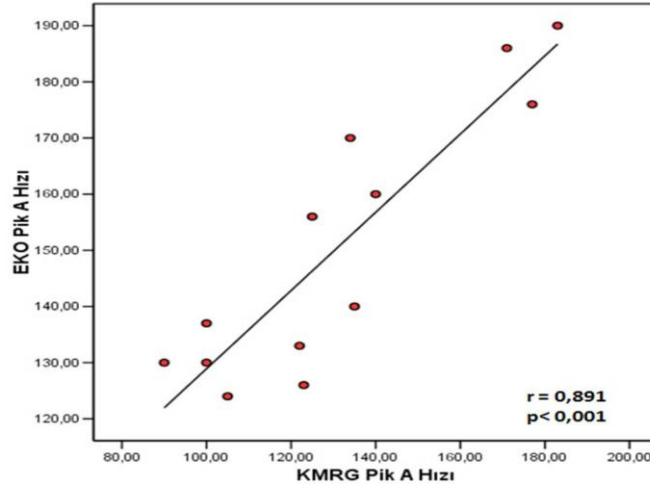
Şekil 31. Ekokardiyografik ve KMRG ile Hesaplanan Pik A Hızları Arasındaki İlişki

İki tetkik karşılaştırıldığında pik A hız için ortalama fark 17,7, (Standart sapma:0,98) ve kabul edilme limitleri: -13,6, 48,9. Bland-Altman analizinde de görüldüğü üzere, ölçümlerin büyük çoğunluğu, iki metodun ortalama farklarının ± 2 standart sapması arasındaki alanda bulunmaktadır.



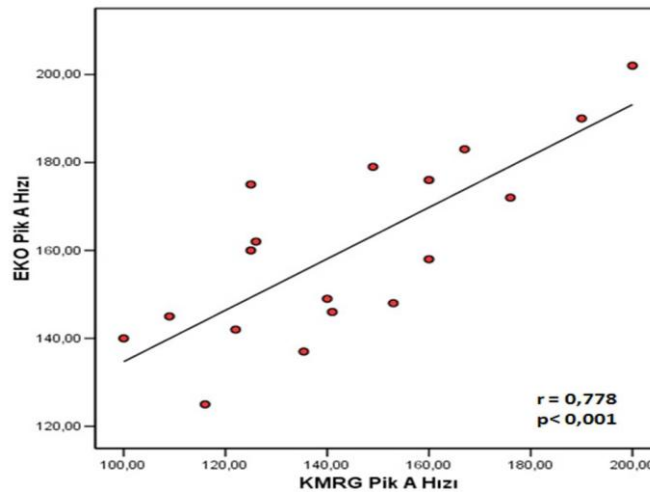
Şekil 32. Pik A Hızları İçin Bland Altman Analiz Grafiği

Hafif MD olan hastalarda; KMRG ile hesaplanan pik A hızı ile ekokardiyografik olarak hesaplanan pik A hız arasında yüksek korelasyon saptandı ($r= 0.891$, $p<0.0001$).



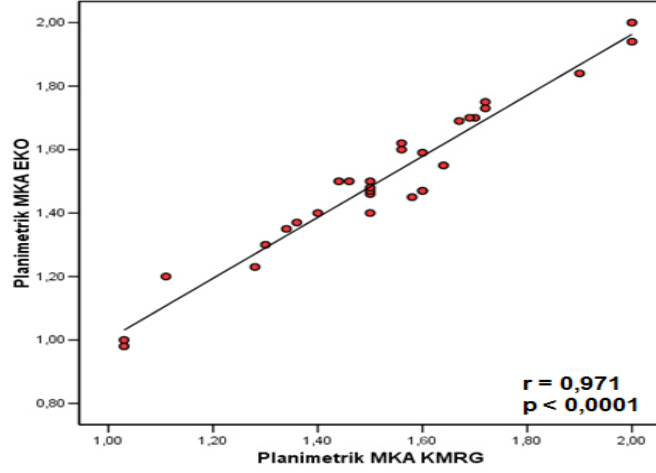
Şekil 33. Hafif MD’nda Ekokardiyografik ve KMRG ile Hesaplanan Pik A Hızları Arasındaki İlişki

Orta ve ileri MD olan hastalarda; KMRG ile hesaplanan pik A hızı ile ekokardiyografik olarak hesaplanan pik A hız arasında yüksek korelasyon saptandı ($r= 0.778$, $p<0.0001$).



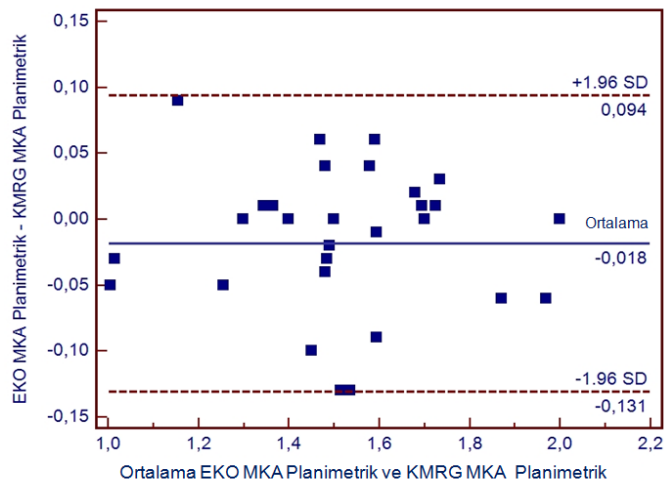
Şekil 34. Orta-İleri MD’nda Ekokardiyografik ve KMRG ile Hesaplanan Pik A Hızları Arasındaki İlişki

Kardiyak manyetik rezonans görüntüleme ile planimetrik olarak ölçülen MKA ile, ekokardiyografik olarak ölçülen planimetrik MKA arasında çok yüksek bir korelasyon olduğu saptandı ($r= 0.971$, $p<0.0001$).



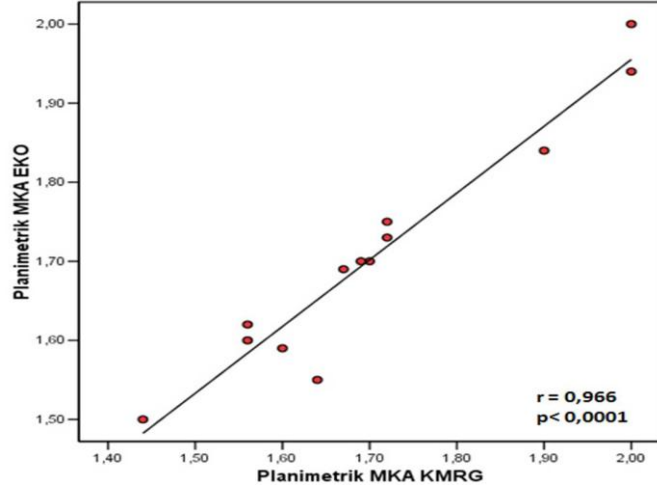
Şekil 35. Ekokardiyografik Planimetrik Ölçülen MKA ile KMRG ile Planimetrik Ölçülen MKA Arasındaki İlişki

İki tetkik karşılaştırıldığında planimetrik MKA için ortalama fark 0,018, (Standart sapma: 0,98) ve kabul edilme limitleri: - 0,131, 0,094. Bland-Altman analizinde de görüldüğü üzere, ölçümlerin tamamı, iki metodun ortalama farklarının ± 2 standart sapması arasındaki alanda bulunmaktadır.



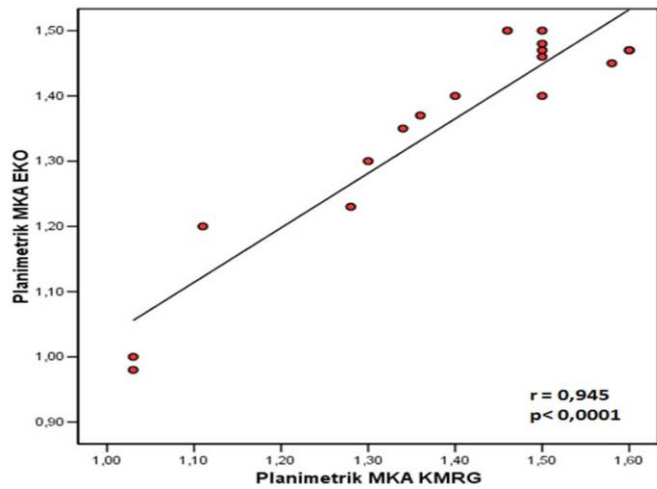
Şekil 36. Planimetrik MKA İçin Bland- Altman Analiz Grafiği

Hafif MD olan hastalarda; KMRG ile planimetrik olarak ölçülen MKA ile, ekokardiyografik olarak ölçülen planimetrik MKA arasında çok yüksek bir korelasyon olduğu saptandı ($r= 0.966$, $p<0.0001$).



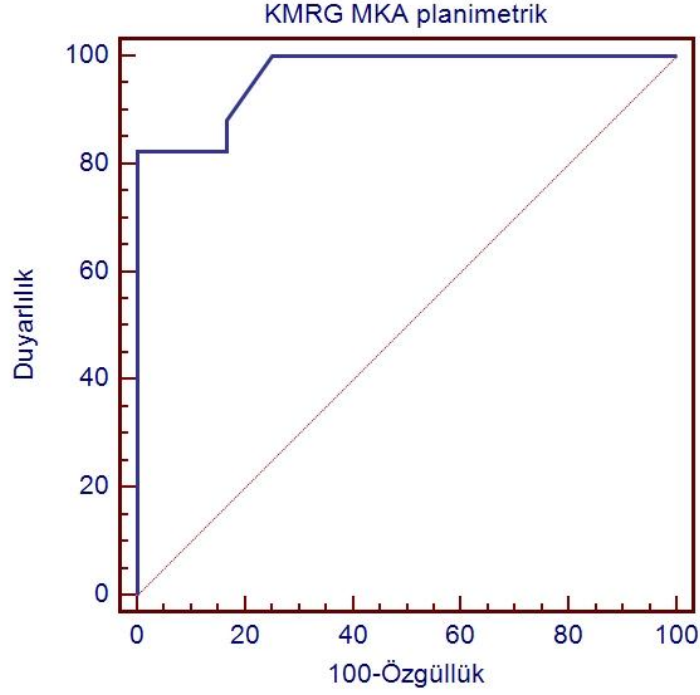
Şekil 37. Hafif MD’nda Ekokardiyografik Planimetrik Ölçülen MKA ile KMRG ile Planimetrik Ölçülen MKA Arasındaki İlişki

Orta ve ileri MD olan hastalarda; KMRG ile planimetrik olarak ölçülen MKA ile, ekokardiyografik olarak ölçülen planimetrik MKA arasında çok yüksek bir korelasyon olduğu saptandı ($r= 0.945$, $p<0.0001$).



Şekil 38. Orta-İleri MD’nda Ekokardiyografik Planimetrik Ölçülen MKA ile KMRG ile Planimetrik Ölçülen MKA Arasındaki İlişki

Ekokardiyografi ile tespit edilen MD'nın ($MKA < 1.5 \text{ cm}^2$) KMRG ile öngördürücü değerlerinin tanımlanması için ROC eğrisi şekil 25'te gösterilmiştir. (ROC alanı: 0,969, güven aralığı= 0,835-0,994, p = 0,0001, duyarlılığı = % 84.2 , özgüllüğü = % 100 , pozitif tahmin ettirici değeri = % 100 , negatif tahmin ettirici değeri = % 80) .



Şekil 39. Ekokardiyografi ile Tespit Edilen MD'nın ($MKA < 1.5 \text{ cm}^2$) KMRG ile Öngördürücü Değerlerinin Tanımlanması İçin ROC Eğrisi

VII-TARTIŞMA

Dünya çapında büyük oranda morbidite nedeni olan MD, gelişmekte olan ülkelerde sık gözlenen bir hastalıktır. İlk kez 1705 yılında Vieussens tarafından tanımlanmıştır ve 300 yıldan fazla bir süre boyunca kardiyojinin önemli konularından birisini oluşturmuştur. Ekokardiyografi ile tanımlanmış ilk kapak hastalığıdır⁴⁸. Yine cerrahi⁴⁹ olarak ya da PMBV⁵⁰ ile başarılı bir şekilde tedavi edilen ilk kapak hastalığı da MD'dir. ARA prevelansı ile ilişkili olarak gelişmekte olan ülkelerde daha sık görülse de⁵¹; gelişmiş ülkelerde de önemli bir sağlık sorunudur⁵².

Mitral darlığı tedavisinde, cerrahi ya da PMBV dışındaki diğer tedavi yöntemleri çok etkili değildir bu nedenle eğer güçlü bir kontraendikasyon yoksa girişimsel tedaviler tercih edilir. MKA'nı arttıran her tedavi morbiditede iyileşmeye neden olur. Girişimsel tedavilerle mortalite de düşer. Eğer kapak morfolojisi uygun ise PMBV tercih edilen tedavi yöntemidir. Bu nedenle MD'nın tanısının konması, darlığın ciddiyetinin belirlenmesi, eşlik eden kapak patolojilerinin tespiti, SoA trombüsü varlığı ve kapağın anatomik yapısı hakkında detaylı bilgi edinilmesi MD tedavi stratejisinin belirlenmesinde tanısal yöntemlerin önemini arttırmıştır.

Mitral darlığının devamlı ve progresif bir hastalık olması ve hastanın semptomlarının MD ciddiyetini her zaman tam olarak yansıtmamasından dolayı; MD ciddiyetinin ve özellikle MKA'nın aralıklı olarak yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu da girişimsel olmayan tekniklerin önemini arttırmaktadır. Ancak, bazen tek bir yöntemle hastalığın tanımlanması ve tedavi planı yapılması mümkün olmamakta ve bu nedenle tamamlayıcı tetkiklere ihtiyaç duyulmaktadır. Eğer girişimsel yöntemler yeterli olmazsa kateterizasyonla da MD'nın ciddiyeti değerlendirilebilir.

Mitral darlığının ciddiyetinin klinik değerlendirilmesi semptomların varlığına ve MKA'ya göre yapılır²⁸. MKA'nın Doppler ekokardiyografi ile değerlendirilmesi kapak hastalığı hakkında hızlı ve doğru bir analiz yapılmasını sağlar ve klinik değerlendirmede pratik altın standart olarak yer alır. MD olan bir hastada ayrıntılı

bir ekokardiyografik inceleme ile kalp kateterizasyonuna gerek kalmadan tedavi planı yapılabilir. Kalbin göğüs kafesindeki yerleşim açısından dolayı, stenotik mitral kapak diyastolde düz ve eliptik bir şekil aldığından, planimetrik kapak alanı açısından parasternal ekokardiyografik yaklaşım çok iyi onaylanmış bir yöntemdir⁵³. TTE ve TÖE ile; darlık derecesi, kapak yapısı, kalsifikasyon varlığı, PAB, SaV boyutları ve fonksiyonları, MY'nin derecesi, eşlik eden diğer kapak patolojileri, SoA ve atriyal apendikte trombus varlığı, PMBV için kapak uygunluğu değerlendirilebilir.

Kardiyak manyetik rezonans görüntüleme; kardiyak yapı ve fonksiyonların değerlendirilmesinde kullanılan yeni bir yöntemdir⁵⁴. Ventrikül volümlerini, EF'nu ve miyokard kütesini değerlendirmede altın standarttır³⁸. Son dönemde hız haritalamalı KMRG tekniği ile stenotik aort³⁹ ve mitral³⁵ kapak değerlendirilmesi yapılmaya başlanmış ve ekokardiyografi ile arasında yüksek korelasyon bulunduğu çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir. Ancak, KMRG ile hız değerlendirmesinde, bu tetkikin teknik özelliklerinden dolayı pik hızların daha düşük ölçülme eğiliminde olması da literatürde bazı çalışmalarda belirtilmiştir⁵⁵. Özellikle girişim zamanının planlanmasında, kapak hastalığının kalp boşluklarına olan etkisinin değerlendirilmesi çok önemlidir. Bu nedenle, KMRG ile atriyal ve ventriküler volüm ve fonksiyonların değerlendirilmesi, hastalığın daha objektif verilerle takip edilmesine ve girişim zamanlamasının daha doğru yapılabilmesine olanak tanır.

Mitral darlığının ekokardiyografi ile değerlendirilmesinde; AF varlığı, aort ve mitral yetersizliğinin bulunması, düşük EF bulunması, daha önce valvotomi, komissurutomi geçirmiş olması, hem Doppler ile elde edilen, hem de iki boyutlu ölçümlerin daha dikkatli yapılmasını ve daha fazla sayıda ölçüm alınmasını gerektirmektedir. KMRG; EKG tetiklemeli bir tanı yöntemi olduğundan; kapak hastalıklarının ve hemodinaminin KMRG ile değerlendirilmesinde de en önemli problem aritmilerdir⁵⁶. AF varlığında ve inkomplet komissural füzyonu olanlarda (orta-ileri dereceli MD ya da PMBV sonrası) çok sayıda ölçüm yapılmalıdır. Bu durumlarda hem ekokardiyografik olarak, hem de KMRG ile planimetrik MKA hesaplanması zorlaşır. Kapak anatomisinde ciddi bozulma olan hastalarda iki

tetkikle de değerlendirme daha dikkatli yapılmalıdır. Stenotik kapaklar üzerinde yer alan kalsifikasyonlar, görüntülemeyi daha da zorlaştırır. Literatürde de bu iki tetkiki karşılaştıran çalışmalarda, özellikle bu zorluklar çalışmaların önemli sınırlamaları olarak belirtilmişlerdir^{34,35}. Tüm bu nedenlerle biz çalışmamıza saf MD'lığı olan sinüs ritmindeki hastaları dahil ettik. Bu nedenle de iki tetkik arasındaki karşılaştırmaların daha sağlıklı yapılabildiğini düşünmekteyiz.

Mitral kapak alanı; ekokardiyografik olarak planimetri, PHT, devamlılık denklemi ve PISA yöntemleri ile değerlendirilir. Felatra ve ark. yaptığı bir çalışmada, cerrahi olarak çıkarılan kapak alanları ile planimetrik, PHT ve PISA yöntemi ile hesaplanan kapak alanları arasında çok yüksek korelasyon bildirmişlerdir²¹. Satoshi ve ark. yaptığı bir diğer çalışmada, kateterizasyonda Gorlin formülü ile hesaplanan kapak alanları ile devamlılık denklemi ve PHT ile hesaplanan kapak alanları karşılaştırılmış ve devamlılık denklemi ile çok yüksek korelasyon saptanmıştır⁵⁷. Ancak, AY varlığında PHT ile hesaplanan kapak alanlarında korelasyon daha zayıf olarak gözlenmiştir. AY olan hastalar dışlanırsa kateterizasyon ile PHT metodu arasında çok yüksek korelasyon bulunmuştur. Robiolo ve ark. yaptığı çalışmada PHT yöntemi ile planimetrik kapak alanı 212 hastada karşılaştırılmış ve AY'nin etkisi araştırılmış, tüm hastalara kateterizasyon uygulanmış ve iki yöntem arasında yüksek korelasyon olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada ayrıca, hafif-orta AY'nin PHT ile hesaplanan kapak alanı üzerine etkisinin olmadığı gösterilmiştir⁵⁸. Planimetri, MKA alanı tayini için referans ölçüm kabul edilir²¹. AF varlığında; devamlılık denklemi ile MKA hesabı yapılamaz⁵⁹. AF'lu hastalarda, PHT ile MKA tayini için çok sayıda ölçüm yapılmalı ve diyastol süresinin uzun olduğu bir vuruza HZİ'den ölçüm verilmelidir.

Bizim çalışmamızda orta ve ileri AY ve AF dışlanma kriteri olduğundan bu 3 yöntemle MKA hesaplamaları güvenilirdir ve bu 3 yöntemin birbirleri ile korelasyonları çok yüksektir. Ancak hastalara kateterizasyon yapılmadığından MKA'nı değerlendirmede kullanılan yöntemler birbiri ile kıyaslanmış ve sonuçların standart bir referansla karşılaştırılması yapılamamıştır.

Mitral kapak açılma indeksi; ilk kez Fischer ve ark. tarafından 1979 yılında tanımlanmıştır²⁴. Son dönem yapılan çalışmalarda MD değerlendirmesinde çok güvenilir bir parametre olduğu belirtilmektedir. Vimal Raj ve ark. 150 hasta ile yaptığı bir çalışmada MKAI ile planimetrik ve PHT yöntemi ile hesaplanan kapak alanı karşılaştırılmış ve çok yüksek korelasyon saptanmıştır⁶⁰. Holmin ve ark. 90 hastayı PMBV öncesi ve sonrası MKAI ile değerlendirmişler, referans ölçüm olarak planimetrik kapak alanını kullanmışlar ve yüksek korelasyon saptamışlardır⁴¹. Scow ve ark. son dönem yayınladıkları çalışmalarında, MKAI ile hem planimetrik hem de PHT ile hesaplanan kapak alanı arasında çok yüksek korelasyon saptamışlardır²³. Tüm çalışmalarda AF varlığında bile iyi korelasyon olduğu bildirilmiştir. Ancak literatürde MKAI'nin KMRG ile değerlendirilmesi ile ilgili veri bulunmamaktadır.

Biz de çalışmamızda, MKAI ile planimetrik ölçümler arasında çok yüksek, PHT ve devamlılık denklemi ile hesaplanan kapak alanı arasında yüksek korelasyon saptadık. Yine ekokardiyografik ve KMRG ile hesaplanan MKAI çok yüksek korelasyon gösterdi. İki tetkik arasında MKAI açısından istatistiksel anlamlı fark saptanmadı. Hastalar hafif MD ve orta- ileri MD olarak 2 gruba ayrılıp, MKAI açısından tekrar analiz edildiğinde korelasyonlar yine çok yüksekti. Hafif MD grubunda KMRG ile MKAI istatistiksel anlamlı olarak daha düşük ölçüldü, orta-ileri MD'da ise istatistiksel anlamlı fark saptanmadı. KMRG ile hesaplanan MKAI ile, yine KMRG ile ölçülen planimetrik kapak alanı arasında da yüksek korelasyon mevcuttu Bu nedenle; MD'nin KMRG ile değerlendirilmesinde, MKAI'nin de bir parametre olarak incelenmesi gerektiğini ve bu indeksin KMRG ile MD ciddiyetinin belirlenmesinde faydalı olabileceğini düşünmekteyiz.

Literatürde, KMRG ile kapak hastalıklarını değerlendiren çalışmaların çoğu aort kapak ile ilgilidir. Pouler ve ark. 2007 yılında yayınladıkları bir çalışmada, TTE ile %56 oranında tanısı konamayan 14 biküspid aortayı TÖE ile tanımlanmış ve KMRG ile vakaların tamamında tanının koyulması mümkün olmuştur³³. Aort stenozunda, akıma bağlı indirekt olarak devamlılık denklemi ile hesaplanan aort kapak alanı; SoV sistolik fonksiyon bozukluğu ve AY varlığında zorlaşmaktadır. Bu durumlarda direk planimetrik kapak alanı hesabı ile tedavi planlanabilir. Bu

konuda KMRG'nin güvenle kullanabildiğine dair literatürde birçok yayın vardır. Reant ve ark⁶¹. yaptığı 39 hastalık bir çalışmada ve Pouleur ve ark.⁶² yaptığı 31 hastalık bir çalışmada, KMRG ve TÖE ile planimetrik kapak alanları ve TTE ile devamlılık denklemi ile hesaplanan kapak alanları karşılaştırılmış ve tetkikler arasında yüksek korelasyon saptanmıştır. Hız haritalamalı KMRG çekimleri ile pik ve ortalama gradientleri ve TTE ile karşılaştıran Shelton ve ark⁶³. yaptığı bir çalışmada da tetkikler arasında güçlü korelasyon bulunmaktadır. Ayrıca KMRG ile AY değerlendirilebilir ve kapak lezyonunun ventriküler volüm ve fonksiyonlara etkisi takip edilebilir. Bu nedenle ekokardiyografik olarak net değerlendirilemeyen aort kapak hastalıklarında KMRG güvenle kullanılabilir³⁶.

Aort kapak ile ilgili literatürdeki bilgi çeşitliliği ve sayısı mitral kapak için geçerli değildir. Özellikle MD ile ilgili yalnızca az sayıda hasta ile yapılmış birkaç çalışma bulunmaktadır. MD'nin KMRG ile değerlendirilmesi ile ilgili ilk çalışmalar 1990'lı yılların başındadır ve hız haritalamalı görüntülemeler ile pik hızlar değerlendirilmiştir. Mohiaddin ve ark.'nın 10 sağlıklı gönüllü ve 5 MD hastasında KMRG ve Doppler ile pik hızları karşılaştırdığı, diyastolik fonksiyon ve MD'nı değerlendirdikleri çalışmada KMRG ile elde edilen sonuçların güvenilir olduğunu bildirmişlerdir⁶⁴. Hartiala ve ark yaptığı 10 sağlıklı erişkinin dahil edildiği bir diğer çalışmada da sol ventrikül diyastolik fonksiyonlar için mitral akım değerlendirilmiş ve pik E ve A hızlar Dopplerle elde edilen verilerle karşılaştırılmış ve pik E için orta dereceli, pik A için yüksek korelasyon saptanmıştır⁶⁵.

Heidenreich ve ark. 1995 yılında yayımladıkları bir çalışmada, 16 MD hastasında, 5 mm ve 10 mm kesit kalınlığında pik hız ölçümleri ekokardiyografik ölçümlerle karşılaştırmışlar. Her iki kesit kalınlığı içinde Doppler ile elde edilen hızlarla yüksek korelasyon saptamışlardır⁶⁶. Lin ve ark. yaptığı PHT ile kapak alanı değerlendirilen çalışmada pik E ve A hızları da karşılaştırılmıştır³⁵. 2 hastada AF mevcut olduğundan 17 hastada pik A 15 hastada pik E Doppler ile karşılaştırılmış ve yüksek korelasyon saptanmıştır. Ancak, literatürde MD'nin ciddiyeti ile pik hızları ayrıca analiz eden herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Bizim çalışmamızda da KMRG ile pik E ve A hızları ekokardiyografiye kıyasla istatistiksel anlamlı olarak daha düşük ölçülmesine rağmen, aralarında yüksek korelasyon saptandı. Hastalar; hafif ve orta-ileri MD olarak iki gruba ayrılıp analizler tekrarlanıldığında pik E ve A hızları için aynı istatistiksel fark mevcuttu ve yine yüksek korelasyonlar elde edildi.

Kardiyak manyetik rezonans görüntüleme ile MD'da kapak alanının değerlendirilmesinde planimetri ve PHT olmak üzere iki ayrı yöntem kullanılır. Planimetrik kapak alanını karşılaştıran ilk çalışma Djavidani ve ark. tarafından 2005 yılında yapılmıştır³⁴. 22 hastanın dahil edildiği çalışmada kapak alanı KMRG ve TTE ile değerlendirilmiş. Standart referans ölçüm olarak kateterizasyonda Gorlin formülü ile elde edilen kapak alanı kullanılmıştır. Çalışmanın sonucu olarak ekokardiyografik ve KMRG ile hesaplanan kapak alanları arasında yüksek korelasyon saptanmıştır. Ancak, KMRG ile MKA; kateterle elde edilen sonuçlarda %5 ve TTE ile elde edilen sonuçlardan %8 oranında daha yüksek ölçülmüştür. Çalışmada bu sonucun KMRG teknolojisi ile ilgili olabileceği belirtilmiştir ve daha çok sayıda daha ince kesitlerle değerlendirme yapılması önerilmiştir. Aynı zamanda hasta sayısının az olması, AF olan hastalarda ve daha önce PMBV geçiren hastalarda KMRG'nin çekim kalitesinin daha düşük olması da bu sonuçlarla ilişkili olabilir. Bu çalışmada, kateterizasyonla tespit edilen MD'nın (MKA<1.5 cm²) KMRG ile %89 duyarlılık ve %75 özgüllük ile öngörüldüğü belirtilmiştir. Aynı araştırmacılar 2006 yılında 8 hastayı aynı yöntemle PMBV öncesi ve sonrası değerlendirmişler ve benzer sonuçlar bildirmişlerdir⁶⁷. 2 çalışmada da MD'nın derecesine göre ayrı bir analiz yapılmamıştır.

Bizim çalışmamızda da KMRG ile planimetrik olarak ölçülen MKA ile, ekokardiyografik olarak ölçülen planimetrik MKA arasında çok yüksek bir korelasyon olduğu saptandı. Tüm hastalarda yapılan ölçümlerde KMRG ve ekokardiyografi ile yapılan ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Aynı analizler hastaları hafif MD ve orta-ileri MD olarak ayırıp yapıldığında korelasyon yine çok yüksekti. Hafif MD olan hastalarda kapak alanları arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı. Ama orta-ileri MD grubunda

sınırdaki bir istatistiksel anlamlılıkla KMRG ile MKA daha küçük bulundu. Bizim çalışmamızda TTE ile $MKA < 1.5 \text{ cm}^2$ olan hastalar için KMRG'nin duyarlılığı % 84.2, özgüllüğü % 100, negatif tahmin ettirici değeri % 80, pozitif tahmin ettirici değeri % 100 olarak hesaplandı. KMRG çekim parametreleri ve kesit kalınlığı önceki çalışmalarla benzerdi. Ancak hastalara kataterizasyon uygulanmadığı için; iki tetkik birbiri ile kıyaslanmıştır. Çalışmamıza; saf MD olan ve sinüs ritimindeki, İKH bulunmayan, EF'u düşük olmayan ve daha önce valvotomi ve komissurotomi geçirmemiş hastaları dahil etmiş olmamızın sonuçlarımızdaki yüksek korelasyon ve ROC analizi sonucundaki yüksek özgüllük ve duyarlılık değerlerine katkısı olduğunu düşünmekteyiz.

Basınç yarılanma zamanı yöntemi ile iki tetkiki karşılaştıran literatürde tek bir çalışma bulunmaktadır³⁵. 17 hasta ile yapılan bu çalışmada KMRG'nin MKA'nı ekokardiyografiye göre daha geniş ölçme eğiliminde olmakla beraber 2 tetkik arasında yüksek korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada belirgin AY olan 2 hasta dışlanıp analizler tekrar yapıldığında korelasyon da daha iyi bulunmuştur. Bizim çalışmamızda KMRG ile elde edilen HZİ'den PHT ile kapak alanı hesaplaması yapılmadı. Aynı olgular üzerinden ekokardiyografik ve KMRG PHT ile yapılan bir karşılaştırma çalışmasının da literatüre katkısı olabileceğini düşünmekteyiz.

İki tetkikin birbiri ile karşılaştırıldığı çalışmamızda, tüm parametreler arasında saptanan yüksek korelasyonlar, daha önce yayımlanmış verilerle benzerdir ve KMRG'nin radyasyon içermeyen ve invaziv olmayan bir tetkik olarak MD değerlendirilmesinde ve hastalığın ciddiyetinin belirlenmesinde kullanılabileceğini düşüncesindeyiz. Ekokardiyografik incelemenin operatöre bağımlı olması ve kötü akustik penceresi olan hastalarda hastalığın ciddiyetinin değerlendirilmesinin zorlaşması bu tetkikin sınırlılıkları arasında yer alır ve klinik olarak net karar verilemeyen durumlarda ek tetkikler yapılmasını gerektirebilir. KMRG atriyal ve ventriküler volüm ve EF değerlendirmesinde çok güvenilir olduğundan, kapak hastalıklarının kalp fonksiyonları üzerine etkilerinin tam ve doğru olarak incelenebilmesi bu tetkikin gelecekteki kullanım alanının artması açısından ümit vericidir. Ancak, özellikle MD'nda bu tetkikin ciddi limitasyonları mevcuttur.

Öncelikle KMRG ile klinik deneyim oldukça kısıtlıdır. Ekokardiyografi ile sağlanan sistolik PAB, regürjitan orifis alanı gibi birçok güvenilir parametre KMRG ile hesaplanamamaktadır. Ek olarak; ekokardiyografik kriterlerin klinik sonuçlarla karşılaştırılıp onaylandığı birçok veri bulunmaktadır. Ancak kapak hastalıklarının KMRG ölçümleri ile ilişkili yeterli data henüz mevcut değildir. Bu nedenle KMRG'nin avantajlarından faydalanmak ve klinik olarak tetkikin daha çok kullanılabilmesini sağlamak amacı ile bu konuda daha çok çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır.

VIII-SINIRLAMALAR

Literatürde MD'nin KMRG ile değerlendirilmesi ile ilgili çalışmaların tümü kısıtlı sayıda hasta ile yapılmıştır. Bizim çalışmamıza da 31 hasta dahil edilmiştir. Ancak daha geniş gruplarda analizlerin yapılmasının özellikle özgüllük ve duyarlılık oranlarının belirlenmesinde önemli olabileceğini düşünmekteyiz. Çalışmamızda ekokardiyografi ile elde edilen veriler KMRG ile karşılaştırılmış; ancak bu tetkikler kataterizasyon gibi standart referans bir ölçümle kıyaslanmamıştır.

IX- SONUÇ

Çalışmamızın sonucunda KMRG'nin MD tanısı ve takibinde; ekokardiyografik veriler yeterli değil ise, ya da hastanın klinik durumu ve kateter bulguları arasında çelişkiler mevcutsa tamamlayıcı bir tetkik olarak güvenle kullanılabilceğini düşündük. KMRG ile tecrübe arttıkça anatomik ve fizyolojik değerlendirmeler hastanın klinik bulguları ile birleştirilip tedavi planının yapılması mümkün olabilir. Ancak klinik pratikte; etkinlik, maliyet, süre, teknik özellikler ve hasta konforu açısından değerlendirildiğinde, MD tanı ve takibinde ekokardiyografinin öncelikli tetkik olacağını ve KMRG'nin de özellikle klinik olarak karar verilemiyorsa girişim zamanının planlanmasında kullanım yeri bulabileceğini düşünmekteyiz.

X- KAYNAKLAR

1. Soler-Soler J, Galve E. Worldwide perspective of valve disease. *Heart* 2000;83:721-25
2. Iung B, Baron G, Butchart EG et al. A prospective survey of patients with valvular heart disease in Europe: the Euro Heart Survey on valvular heart disease. *Eur Heart J* 2003;24:1231-43
3. Nishimura RA. Valvular Stenosis. In Murphy JG, Llyod MA, editors. *Mayo Clinic Cardiology*. Rochester, Mayo Clinic Scientific Press, 2007:548-560.
4. Waller BE. Rheumatic and nonrheumatic conditions producing valvular heart disease: *Cardiovasc Clin* 1986;16:3-10
5. Olson LJ, Subramanian R, Ackerman DM, et al. Surgical pathology of the mitral valve: A study of 712 cases spanning 21 years. *Mayo Clin Proc* 1987;62:22-28
6. Dare A, Harrity P, Tazelaar H, et al. Evaluation of surgically excised mitral valves: Revised recommendations, based on changing operative procedures in the 1990s. *Hum Pathol* 1993; 24:1286-92.
7. Roberts WC, Virmani R. Aschoff bodies at necropsy in valvular heart disease. Evidence from an analysis of 543 patients over 14 years of age that rheumatic heart disease at least anatomically a disease of mitral valve. *Circulation* 1978;57:803-7
8. Carapetis J, McDonald M, Wilson NJ. Acute rheumatic fever. *Lancet*; 2005;366:155-68
9. Leavitt JL et al. Effects of exercise on transmitral gradient pulmonary artery pressure in patients with mitral stenosis or a prosthetic mitral valve: A Doppler echocardiographic study. *JACC* 1991;17:1520-26
10. Bow JC, Bland EF, Sprague HF et al. The course of mitral stenosis without surgery: 10 and 20 year perspective. *Ann Intern Med* 1960;52:741-9
11. Kwanshaki DT and Rahimtoola SH. *Mitral Stenosis: Valvular Heart Disease II* St.Louis: Mosby; 1996: 8.1-8.24
12. Baxter RH, Reid JM, McGuinness JB et al. Relation of angina to coronary artery disease in mitral and aortic valve disease. *Br Heart J* 1978;40:918-23

13. Changing CW, Lo SK, Kuo Ct et al. Non-invasive predictors of systemic embolism in patients with mitral disease. An echocardiographic and clinical study of 500 patients. *Chest* 1994;106:396-407
14. Chou T-Chuan. Right ventricular hypertrophy in electrocardiography in clinical practice. WB saunders Co. 4th edition. Philadelphia 1996;54-69.
15. Donoso E, Jick S, Braunwald E et al: The spatial vectorcardiogram in mitral valve disease. *Am Heart J* 53:760;1957
16. Fuster V et all. Hurst's The Heart. McGraw-Hill. 2002
17. Bonow, RO, Carabello, BA, Chatterjee, K, et al. ACC/AHA 2006 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 (Writing committee to revise the 1998 guidelines for the management of patients with valvular heart disease). *J Am Coll Cardiol* 2006;48:e1.
18. Eddler I, Gustafson A. Ultrasonic cardiogram in mitral stenosis. *Acta Med Scant* 1957;159:85
19. Nichol PM, Gilbert BW, Kisslo JA. Two dimensional echocardiographic assessment of mitral stenosis. *Circulation* 1997;55:120
20. Oh JK, Seward JB, Tajik AJ. *The Echo Manuel*. 2nd edition. Lippincot Williams-Wilkins 1999.
21. Felatra F, Pezzano A Jr, Fusco R et al. Measurement of mitral valve area in mitral stenosis: four echocardiographic methods compared with direct measurement of anatomik orifices. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:1190-7
22. Baumgartner H, Judy H, Barnejo J et al. Echocardiographic assessment of valve stenosis: EAE/ASE recommendations for clinical practice. *Eur J of Echocardiography* 2009;10:1-25.
23. Scow SC, Koh LP, Yeo TC. Hemodynamic significance of mitral stenosis: Use of a simple, novel index by 2 dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2006;19:102-6
24. Fischer ML, Parisi AF, Plotnick GD et al. Assessment of severity of mitral stenosis by echocardiographic leaflet seperation. *Arch Intern Med* 1979;139:402-6

25. Wilkins GT, Weyman AE, Abascal VM et al. Percutaneous balloon dilatation of the mitral valve: An analysis of echocardiographic variables related to outcome and mechanism of dilatation. *Br Heart J* 1988;60:299-308
26. Thomas JD, Newell JB, Choong CY. Physical and physiological determinants of transmitral velocity: numerical analysis. *Am J Physiol* 1991;260(5 Pt 2):H1718-31
27. Nishimura RA, Rihal CS, Tajik AJ. Accurate measurement of the transmitral Gradient in patients with mitral stenosis: simultaneous catheterization and Doppler echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol* 1994;24:152-8
28. Rahimtoola SH, Durairaj A, Mehra A. Current evaluation and management of patients with mitral stenosis. *Circulation* 2002;106:1183-8
29. Hatte L, Angelsen B, Tromsdal A. Non-invasive assesment of atrioventricular pressure half time by Doppler ultrasound. *Circulation* 1979; 60:1096
30. Baumgartner H, Hung J, Bermejo J. Echocardiographic assessment of valve stenosis: EAE/ASE recommendations for clinical practice. *European J of Echocardiography* 2009;10:1-25.
31. Zamorano, J, Cordeiro, P, Sugeng, L, et al. Real-time three-dimensional echocardiography for rheumatic mitral valve stenosis evaluation: an accurate and novel approach. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43:2091.
32. Ehman RL, Juksrud PR: Magnetic resonance imaging of the heart: current status. *Mayo Clin Proc* 1989; 64:1134-46
33. Pouleur AC, Ie Polain de Waroux JB, Pasquet A. Aortic valve area assessment: Multidetector CT compared with cine MR imaging and transthoracic and transesophageal echocardiography. *Radiology* 2007;244:745-54
34. Djavidani B, Debil K, Lenhart M et al. Planimetry of mitral valve stenosis by MRI. *JACC* 2005;45:2048-53
35. Lin SJ, Braun PA, Watkins MP et al. Quantification of stenotic mitral valve area with MRI and comparison with Doppler ultrasound. *JACC* 2004;44:133-7
36. Juha WK, Vesa J, Jussi PP et al. Cardiac magnetic resonance imaging in valvular heart disease. *Clin Physiol Funct Imaging* 2009;29:229-40
37. Dijk P. Direct cardiac NMR imaging of heart wall and blood flow velocity. *J Comput Assist Tomogr* 1984;8:588-93

38. Pennel DJ, Sechtem UP, Higgins CB et al. Clinical indications for cardiovascular magnetic resonance (CMR): Consensus panel report. *Eur Heart J* 2004;25:1940-65
39. Caruthers SD, Lin SJ, Brown P et al. Practical value of cardiac magnetic resonance imaging for clinical quantification of aortic valve stenosis: comparison with echocardiography. *Circulation* 2003;108:2236-43
40. Sahn, D.J., De Maris, A., Kisslo, J. et al. For the committee on M-mode standardization of the American Society of Echocardiography Recommendation regarding quantitation in M-mode echocardiographic measurements. *Circulation* 1978;58:1072-1083
41. Holmin C, Messika-Zeitoun D, Mezalek AT et al. Mitral leaflet separation index: a new method for the evaluation of the severity of mitral stenosis? Usefulness before and after percutaneous mitral commissurotomy. *J Am Soc Echocardiogr.* 2007 (10):1119-24.
42. Yock, P.G., Popp, R.L. Noninvasive estimation of right ventricular systolic pressure by Doppler ultrasound in patients with tricuspid regurgitation. *Circulation* 1984;70:657-662.
43. Kircher BJ, Himelman RB, Schiller NB. Noninvasive estimation of right atrial pressure from the inspiratory collapse of the inferior vena cava. *Am J Cardiol.* 199;66:493-496.
44. McQuillan BM, Picard MH, Leavitt M, Weyman AE. Clinical correlates and reference intervals for pulmonary artery systolic pressure among echocardiographically normal subjects. *Circulation* 2001;104:2797–802
45. Boxerman JL, Mosher TJ, McVeigh ER et al. Advanced MR imaging techniques for evaluation of the heart and great vessels. *Radiographics* 1998;18(3):543-64
46. Jarvinen VM, Kupari MM, Hekali PE et al. Assessment of Atrial volumes and phasic function using cine MRI in normal subjects. *Am J Cardiol* 73:1135-7
47. Barkhausen J, Ruehm SG, Goyen M et al. MR evaluation of ventricular function; true fast imaging with SSFP versus fast low angle shot sine MR imaging: feasibility study. *Radiology* 2001; 219: 264-9

48. Zaky A, Nasser WK, Feigenbaum H. A study of mitral valve action recorded by reflected ultrasound and its application in the diagnosis of mitral stenosis. *Circulation* 1968;37:789-99
49. Cutler EC, Levine SA. Cardiomyotomy and valvotomy for mitral stenosis. *Boston Med Surg J* 1923;188:1023
50. Innoue K, Owaki T, Nakamura T et al. Clinical application of transvenous mitral commissurotomy by a new balloon catheter. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984;87:394-402
51. Padmavati S. Rheumatic fever and rheumatic heart disease in India at the turn of the century. *Indian Heart J* 2001;53:35-37
52. Carroll JD, Feldman T. Percutaneous mitral balloon valvotomy and the new demographics of mitral stenosis. *JAMA* 1993;270:1731-36.
53. Vahanian A, Baumgartner H, Bax J et al. Guidelines on the management of valvular heart disease: the Task Force on the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*.2007;28:230-268
54. Earls JP, Ho VB, Foo TK et al. Cardiac MRI: recent progress and continued challenges. *J Magn Reson Imaging* 2002;16:111-27
55. Cawley PJ, Jeffrey H, Otto CM. Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging for valvular heart disease: Technique and Validation. *Circulation* 2009;119:468-478.
56. Saul GM. Valvular and hemodynamic assessment with CMR. *Heart Failure Clin* 5 2009;389-400
57. Satoshi N, Tohru M, Kazuhisa K et al. Value and limitations of Doppler echocardiography in the quantification of stenotic mitral valve area: comparison of the pressure half-time and the continuity equation methods. *Circulation* 1988;77;78-85
58. Robiolio PA, Rigolin VH, Harrison JK. Doppler pressure half-time method of assessing mitral valve area: aortic insufficiency does not adversely affect validity. *Am Heart J* 1998;136:718-23
59. Baumgartner H, Hung J, Bermejo J. Echocardiographic assessment of valve stenosis: EAE/ASE recommendations for clinical practice. *European J of Echocardiography* 2009;10:1-25.

60. Vimal Raj BS, George P, Jose VJ. Mitral leaflet separation index-a simple novel index to assess the severity of mitral stenosis. *Indian Heart J.* 2008 ;60(6):563-6.
61. Reant P, Lederlin M, Lafitte S. Absolute assessment of aortic valve stenosis by planimetry using cardiovascular magnetic resonance imaging: Comparison with transoesophageal echocardiography, transthoracic echocardiography, and cardiac catheterisation. *European J of Radiol* 2006;59:276-283.
62. Pouleur AC, Ie Polain de Waroux JB, Pasquet A. Planimetric and continuity equation assesment of aortic valve area: head to head comparison between cardiac magnetic rezonance and echocardiogarphy. *J Magn Reson Imaging* 2007;6:1436-43
63. Shelton D. Caruthers, PhD; Shiow Jiuan Lin. Practical Value of Cardiac Magnetic Resonance Imaging for Clinical Quantification of Aortic Valve Stenosis Comparison With Echocardiography. *Circulation* 2003;108:2236-2243
64. Mohiaddin RH, Amanuma M, Kilner PJ. MR phase-shift velocity mapping of mitral and pulmonary venous flow. *J Comput Assist Tomogr.* 1991;15(2):237-43.
65. Hartiala JJ, Mostbeck GH, Foster E. Velocity-encoded cine MRI in the evaluation of left ventricular diastolic function: measurement of mitral valve and pulmonary vein flow velocities and flow volume across the mitral valve. *Am Heart J.* 1993;125(4):1054-66.
66. Heidenreich PA, Steffens J, Naoya F. Evaluation of mitral stenosis with velocity-encoded cine magnetic resonance imaging. *Am J Cardiol* 1995;75:365-69
67. Djavidani B, Debl K, Buchner S. MRI planimetry for diagnosis and follow up of valve area in mitral stenosis treated with valvuloplasty. *Rofo*2006;178:781-6

X- KAYNAKLAR

- ¹ Soler-Soler J, Galve E. Worldwide perspective of valve disease. *Heart* 2000;83:721-25
- ² Iung B, Baron G, Butchart EG et al. A prospective survey of patients with valvular heart disease in Europe: the Euro Heart Survey on valvular heart disease. *Eur Heart J* 2003;24:1231-43
- ³ Nishimura RA. Valvular Stenosis. In Murphy JG, Llyod MA, editors. *Mayo Clinic Cardiology*. Rochester, Mayo Clinic Scientific Press,2007:548-560.
- ⁴ Waller BE. Rheumatic and nonrheumatic conditions producing valvular heart disease: *Cardiovasc Clin* 1986;16:3-10
- ⁵ Olson LJ, Subramanian R, Ackerman DM, et al. Surgical pathology of the mitral valve: A study of 712 cases spanning 21 years. *Mayo Clin Proc* 1987;62:22-28
- ⁶ Dare A, Harrity P, Tazelaar H, et al. Evaluation of surgically excised mitral valves: Revised recommendations, based on changing operative procedures in the 1990s. *Hum Pathol* 1993; 24:1286-92.
- ⁷ Roberts WC, Virmani R. Aschoff bodies at necropsy in valvular heart disease. Evidence from an analysis of 543 patients over 14 years of age that rheumatic heart disease at least anatomically a disease of mitral valve. *Circulation* 1978;57:803-7
- ⁸ Carapetis J, McDonald M, Wilson NJ. Acute rheumatic fever. *Lancet*; 2005;366:155-68
- ⁹ Leavitt JL et al. Effects of exercise on transmitral gradient pulmonary artery pressure in patients with mitral stenosis or a prosthetic mitral valve: A Doppler echocardiographic study. *JACC* 1991;17:1520-26
- ¹⁰ Bow JC, Bland EF, Sprague HF et al. The course of mitral stenosis without surgery: 10 and 20 year perspective. *Ann Intern Med* 1960;52:741-9
- ¹¹ Kwanshaki DT and Rahimtoola SH. *Mitral Stenosis: Valvular Heart Disease II* St.Louis: Mosby; 1996: 8.1-8.24
- ¹² Baxter RH, Reid JM, McGuinness JB et al. Relation of angina to coronary artery disease in mitral and aortic valve disease. *Br Heart J* 1978;40:918-23

-
- ¹³ Changing CW, Lo SK, Kuo Ct et al. Non-invasive predictors of systemic embolism in patients with mitral disease. An echocardiographic and clinical study of 500 patients. *Chest* 1994;106:396-407
- ¹⁴ Chou T-Chuan. Right ventricular hypertrophy in electrocardiography in clinical practice. WB saunders Co. 4th edition. Philadelphia 1996;54-69.
- ¹⁵ Donoso E, Jick S, Braunwald E et al: The spatial vectorcardiogram in mitral valve disease. *Am Heart J* 53:760;1957
- ¹⁶ Fuster V et al. *Hurst's The Heart*. McGraw-Hill. 2002
- ¹⁷ Bonow, RO, Carabello, BA, Chatterjee, K, et al. ACC/AHA 2006 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 (Writing committee to revise the 1998 guidelines for the management of patients with valvular heart disease). *J Am Coll Cardiol* 2006;48:e1.
- ¹⁸ Eddler I, Gustafson A. Ultrasonic cardiogram in mitral stenosis. *Acta Med Scand* 1957;159:85
- ¹⁹ Nichol PM, Gilbert BW, Kisslo JA. Two dimensional echocardiographic assessment of mitral stenosis. *Circulation* 1997;55:120
- ²⁰ Oh JK, Seward JB, Tajik AJ. *The Echo Manuel*. 2nd edition. Lippincot Williams-Wilkins 1999.
- ²¹ Felatra F, Pezzano A Jr, Fusco R et al. Measurement of mitral valve area in mitral stenosis: four echocardiographic methods compared with direct measurement of anatomik orifices. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:1190-7
- ²² Baumgartner H, Judy H, Barmejo J et al. Echocardiographic assessment of valve stenosis: EAE/ASE recommendations for clinical practice. *Eur J of Echocardiography* 2009;10:1-25.
- ²³ Scow SC, Koh LP, Yeo TC. Hemodynamic significance of mitral stenosis: Use of a simple, novel index by 2 dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2006;19:102-6
- ²⁴ Fischer ML, Parisi AF, Plotnick GD et al. Assessment of severity of mitral stenosis by echocardiographic leaflet seperation. *Arch Intern Med* 1979;139:402-6
- ²⁵ Wilkins GT, Weyman AE, Abascal VM et al. Percutaneous balloon dilatation of the mitral valve: An analysis of echocardiographic variables related to outcome and mechanism of dilatation. *Br Heart J* 1988;60:299-308

-
- ²⁶ Thomas JD, Newell JB, Choong CY. Physical and physiological determinants of transmitral velocity: numerical analysis. *Am J Physiol* 1991;260(5 Pt 2):H1718-31
- ²⁷ Nishimura RA, Rihal CS, Tajik AJ. Accurate measurement of the transmitral Gradiyent in patients with mitral stenosis: smiltaneous catheterization and Doppler echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol* 1994;24:152-8
- ²⁸ Rahimtoola SH, Durairaj A, Mehra A. Current evaluation and management of patients with mitral stenosis. *Circulation* 2002;106:1183-8
- ²⁹ Hatte L, Angelsen B, Tromsdal A. Non-invasive assesment of atrioventricular pressure half time by Doppler ultrasound. *Circulation* 1979; 60:1096
- ³⁰ Baumgartner H, Hung J, Bermejo J. Echocardiographic assessment of valve stenosis: EAE/ASE recommendations for clinical practice. *European J of Echocardiography* 2009;10:1-25.
- ³¹ Zamorano, J, Cordeiro, P, Sugeng, L, et al. Real-time three-dimensional echocardiography for rheumatic mitral valve stenosis evaluation: an accurate and novel approach. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43:2091.
- ³² Ehman RL, Juksrud PR: Magnetic resonance imaging of the heart: current status. *Mayo Clin Proc* 1989; 64:1134-46
- ³³ Pouleur AC, Ie Polain de Waroux JB, Pasquet A. Aortic valve area assessment: Multidetector CT compared with cine MR imaging and transthoracic and transesophageal echocardiography. *Radiology* 2007;244:745-54
- ³⁴ Djavidani B, Debil K, Lenhart M et al. Planimetry of mitral valve stenosis by MRI. *JACC* 2005;45:2048-53
- ³⁵ Lin SJ, Braun PA, Watkins MP et al. Quantification of stenotic mitral valve area with MRI and comparison with Doppler ultrasound. *JACC* 2004;44:133-7
- ³⁶ Juha WK, Vesa J, Jussi PP et al. Cardiac magnetic resonance imaging in valvular heart disease. *Clin Physiol Funct Imaging* 2009;29:229-40
- ³⁷ Dijk P. Direct cardiac NMR imaging of heart wall and blood flow velocity. *J Comput Assist Tomogr* 1984;8:588-93
- ³⁸ Pennel DJ, Sechtem UP, Higgins CB et al. Clinical indications for cardiovascular magnetic resonance (CMR): Consensus panel report. *Eur Heart J* 2004;25:1940-65
- ³⁹ Caruthers SD, Lin SJ, Brown P et al. Practical value of cardiac magnetic resonance imaging for clinical quantificationof aortic valve stenosis: comparison with echocardiography. *Circulation* 2003;108:2236-43

-
- ⁴⁰ Sahn, D.J, De Maris, A., Kisslo, J. et al. For the committee on M-mode standardization of the American Society of Echocardiography Recommendation regarding quantitation in M-mode echocardiographic measurements. *Circulation* 1978;58:1072-1083
- ⁴¹ Holmin C, Messika-Zeitoun D, Mezalek AT et al. Mitral leaflet separation index: a new method for the evaluation of the severity of mitral stenosis? Usefulness before and after percutaneous mitral commissurotomy. *J Am Soc Echocardiogr.* 2007 (10):1119-24.
- ⁴² Yock, P.G., Popp, R.L. Noninvasive estimation of right ventricular systolic pressure by Doppler ultrasound in patients with tricuspid regurgitation. *Circulation* 1984;70:657-662.
- ⁴³ Kircher BJ, Himelman RB, Schiller NB. Noninvasive estimation of right atrial pressure from the inspiratory collapse of the inferior vena cava. *Am J Cardiol.* 199;66:493-496.
- ⁴⁴ McQuillan BM, Picard MH, Leavitt M, Weyman AE. Clinical correlates and reference intervals for pulmonary artery systolic pressure among echocardiographically normal subjects. *Circulation* 2001;104:2797–802
- ⁴⁵ Boxerman JL, Mosher TJ, McVeigh ER et al. Advanced MR imaging techniques for evaluation of the heart and great vessels. *Radiographics* 1998;18(3):543-64
- ⁴⁶ Jarvinen VM, Kupari MM, Hekali PE et al. Assessment of Atrial volumes and phasic function using cine MRI in normal subjects. *Am J Cardiol* 73:1135-7
- ⁴⁷ Barkhausen J, Ruehm SG, Goyen M et al. MR evaluation of ventricular function; true fast imaging with SSFP versus fast low angle shot sine MR imaging: feasibility study. *Radiology* 2001; 219: 264-9
- ⁴⁸ Zaky A, Nasser WK, Feigenbaum H. A study of mitral valve action recorded by reflected ultrasound and its application in the diagnosis of mitral stenosis. *Circulation* 1968;37:789-99
- ⁴⁹ Cutler EC, Levine SA. Cardiomy and valvotomy for mitral stenosis. *Boston Med Surg J* 1923;188:1023
- ⁵⁰ Innoue K, Owaki T, Nakamura T et al. Clinical application of transvenous mitral commissurotomy by a new balloon catheter. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984;87:394-402

-
- ⁵¹ Padmavati S. Rheumatic fever and rheumatic heart disease in india at the turn of the century. *Indian Heart J* 2001;53:35-37
- ⁵² Carroll JD, Feldman T. Percutaneous mitral balloon valvotomy and the new demographics of mitral stenosis. *JAMA* 1993;270:1731-36.
- ⁵³ Vahanian A, Baumgartner H, Bax J et al. Guidelines on the management of valvular heart disease: the Task Force on the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*.2007;28:230-268
- ⁵⁴ Earls JP, Ho VB, Foo TK et al. Cardiac MRI: recent progress and continued challenges. *J Magn Reson Imaging* 2002;16:111-27
- ⁵⁵ Cawley PJ, Jeffrey H, Otto CM. Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging for valvular heart disease: Technique and Validation. *Circulation* 2009;119:468-478.
- ⁵⁶ Saul GM. Valvular and hemodynamic assessment with CMR. *Heart Failure Clin* 2009;389-400
- ⁵⁷ Satoshi N, Tohru M, Kazuhisa K et al. Value and limitations of Doppler echocardiography in the quantification of stenotic mitral valve area: comparison of the pressure half-time and the continuity equation methods. *Circulation* 1988;77:78-85
- ⁵⁸ Robiolio PA, Rigolin VH, Harrison JK. Doppler pressure half-time method of assessing mitral valve area: aortic insufficiency does not adversely affect validity. *Am Heart J* 1998;136:718-23
- ⁵⁹ Baumgartner H, Hung J, Bermejo J. Echocardiographic assessment of valve stenosis: EAE/ASE recommendations for clinical practice. *European J of Echocardiography* 2009;10:1-25.
- ⁶⁰ Vimal Raj BS, George P, Jose VJ. Mitral leaflet separation index-a simple novel index to assess the severity of mitral stenosis. *Indian Heart J*. 2008 ;60(6):563-6.
- ⁶¹ Reant P, Lederlin M, Lafitte S. Absolute assessment of aortic valve stenosis by planimetry using cardiovascular magnetic resonance imaging: Comparison with transoesophageal echocardiography, transthoracic echocardiography, and cardiac catheterisation. *European J of Radiol* 2006;59:276-283.
- ⁶² Pouleur AC, Ie Polain de Waroux JB, Pasquet A. Planimetric and continuity equation assesment of aortic valve area: head to head comparison between cardiac magnetic rezonance and echocardiogarphy. *J Magn Reson Imaging* 2007;6:1436-43

-
- ⁶³ Shelton D. Caruthers, PhD; Shioh Juan Lin. Practical Value of Cardiac Magnetic Resonance Imaging for Clinical Quantification of Aortic Valve Stenosis Comparison With Echocardiography. *Circulation* 2003;108:2236-2243
- ⁶⁴ Mohiaddin RH, Amanuma M, Kilner PJ. MR phase-shift velocity mapping of mitral and pulmonary venous flow. *J Comput Assist Tomogr.* 1991;15(2):237-43.
- ⁶⁵ Hartiala JJ, Mostbeck GH, Foster E. Velocity-encoded cine MRI in the evaluation of left ventricular diastolic function: measurement of mitral valve and pulmonary vein flow velocities and flow volume across the mitral valve. *Am Heart J.* 1993;125(4):1054-66.
- ⁶⁶ Heidenreich PA, Steffens J, Naoya F. Evaluation of mitral stenosis with velocity-encoded cine magnetic resonance imaging. *Am J Cardiol* 1995;75:365-69
- ⁶⁷ Djavidani B, Debl K, Buchner S. MRI planimetry for diagnosis and follow up of valve area in mitral stenosis treated with valvuloplasty. *Rofo*2006;178:781-6