

T. C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
MERAM TIP FAKÜLTESİ

ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

Prof. Dr. Sevim KARAARSLAN
ANABİLİM DALI BAŞKANI

**ROMATİZMAL MİTRAL YETMEZLİKLİ HASTALARDA
SOL VENTRİKÜL SİSTOLİK VE DİYASTOLİK FONKSİYONLARININ
GELENEKSEL VE DOKU DOPPLER YÖNTEMLERİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI UZMANLIK TEZİ

Dr. Abdullah YAZAR

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Sevim KARAASLAN

KONYA - 2007

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
1. KISALTMALAR	1
2. GİRİŞ	3
3. GENEL BİLGİLER	
3. 1 Akut Romatizmal Ateş	4
3. 2 Mitral Kapak Yetmezliği	5
3. 3 Sol ventrikül fonksiyonlarının ekokardiyografi ile incelenmesi	10
3. 4 Doku Doppler görüntülemesi	27
4. MATERYAL VE METOD	
4.1 Çalışma grupları	31
4.2 Ekokardiyografik inceleme	31
4.3 İstatistiksel inceleme	37
5. BULGULAR	
5.1 Sol ventrikül ve aortik anülüs çap ölçümleri	40
5.2 Sol ventriküle ait sistolik parametreler	41
5.3 Sol ventriküle ait diyastolik parametreler	43
5.4 Sistolik ve diyastolik parametrelerin birlikte değerlendirilmesi	46
6. TARTIŞMA VE SONUÇ	47
7. ÖZET	53
8. SUMMARY	54
9. TEŞEKKÜR	55
10. KAYNAKLAR	56

1. KISALTMALAR

%IVS	IVS'nin kalınlaşma yüzdesi
%WT	Sol ventrikül arka duvarının sistolik duvar kalınlaşma yüzdesi
A	Diyastolik geç doluş peak velositesi
AADS	Aortik annulusün diyastol sonu çapı
AASS	Aortik annulusün sistol sonu çapı
AD	Aortik distansibilite
A-dur	A dalga süresi
AFF	Atriyum dolum fraksiyonu
Am	Atriyal sistol peak velositesi
APV	Aortik Peak-flow velosite (ascending aorta)
ARA	Akut romatizmal ateş
AT	Akselerasyon zamanı (aortik velosite)
CI	Kardiyak indeks
CO	Kalp debisi (cardiac output)
CTm	Miyokardiyal kasılma zamanı
CW	Devamlı dalga Doppler ekokardiyografi
DDG	Doku Doppler görüntüleme
E	Diyastolik erken doluş peak velositesi
E-des	E dalgasının dekselerasyon zamanı
EF	Ejeksiyon fraksiyonu
Em	Miyokardiyal erken peak velosite
FS	Fraksiyonel kısılma
FVI	Akım velosite integral
FVI-A	Aortik akım velosite integral
IVCT	İzovolumik kasılma zamanı
IVRT	İzovolumik gevşeme zamanı
IVRTm	Doku Doppler ile ölçülen izovolumik gevşeme zamanı
IVCTm	Doku Doppler ile ölçülen izovolumik kasılma zamanı
IVSDS	Septumun diyastol sonu kalınlığı
IVSSS	Septumun sistol sonu kalınlığı
KKY	Konjestif kalp yetmezliği
KTO	Kardiyo-torasik oran

LA	Sol atriyum
LV	Sol ventrikül
LVDSAD	Sol ventrikülün diyastol sonu arka duvar kalınlığı
LVDSG	Sol ventrikül diyastol sonu genişliği
LVDSH	Sol ventrikül diyastol sonu hacim
LVET	Sol ventrikül ejeksiyon zamanı
LVPEP	Sol ventrikül pre-ejeksiyon periyodu
LVSSAD	Sol ventrikülün sistol sonu arka duvar kalınlığı
LVSSG	Sol ventrikül sistol sonu genişliği
LVSSH	Sol ventrikül sistol sonu hacim
LVSSstress	Sol ventrikül sistol sonu meridyonal duvar stresi
MA _c	Ortalama akselerasyon
Mean Vcf	Çembersel liflerin kısalma ortalaması
MPI	Miyokardiyal performans indeksi
MY	Mitral yetmezlik
PW	Vurulu dalga Doppler ekokardiyografi
Sm	Miyokardiyal sistolik dalga velositesi
SV	Atım hacmi(stroke volüm)
TDDS	Total diyastolik doluş süresi
VTI-TD	Total diyastolik doluşun zaman velosite integrali

2. GİRİŞ

Mitral yetmezliği (MY) cerrahi olarak düzeltilen bazı hastalarda kalp yetmezliğinin gelişmesi ameliyat öncesi sol ventrikülün (LV) saptanamayan gizli kalmış bir fonksiyon bozukluğuna bağlanmaktadır. Ameliyat öncesi mevcut olan LV fonksiyon bozukluğu, ameliyat sonrası LV fonksiyonlarının daha çok bozulmasına ve yaşam süresinin kısılmasına sebep olmaktadır. LV fonksiyonu bozuk olup cerrahi girişim uygulananlarda ejeksiyon fraksiyonu (EF) cerrahi girişim sonrası daha çok bozulur ve bu hastalarda kalp yetmezliği ve mortalite gelişme riski artar. Yapılan çalışmalar, EF'si normal sınırlarda (>%50) olan bazı hastalarda ameliyat sonrası LV fonksiyon bozukluğunun gelişip yaşamı önemli miktarda etkileyebileceğini göstermiştir. Kalıcı LV yaralanması meydana gelenlerde ameliyat sonrası prognoz kötü olduğundan düzeltme ameliyatı LV fonksiyon bozukluğu gelişmeden önce yapılmalıdır. Kronik mitral yetmezliği bulunan semptomsuz hastalarda LV fonksiyon bozukluğunu göstermede en sık kullanılan yöntemler EF ve sol ventrikülün sistol-sonu çap ölçümleridir. Ancak sistol-sonu genişlikte artış ve EF'de azalma LV sistolik fonksiyonlarının ciddi bir şekilde azaldığını gösterir. Daha hafif LV fonksiyon bozuklukları EF ve sistol sonu genişlik ölçümleri ile gösterilemez. MY, sol ventrikül EF'sini artırabilir ve mitral akım velosite şeklinin pseudonormalizasyonuna sebep olarak miyokard hasarının rutin ekokardiyografik yöntemlerle saptanmasını engelleyebilir. Şöyleki, EF art yüke bağlıdır ve kronik MY'nin kompanse fazında kanın daha düşük basınçlı sol atriyuma doğru kaçması sonucunda mitral akım şekli normal görülür, böylece miyokard fonksiyonlarının bozulmasını gösteren bulgular maskelenmiş olur. Mitral yetmezlikli hastaların LV fonksiyonlarını tayin etmede geleneksel olarak kullanılan ekokardiyografik ölçümlerdeki bu sakıncalar nedeniyle LV fonksiyon bozukluğunu erkenden saptayarak ameliyat zamanını doğru belirleyecek yeni metotların araştırılması gerekmektedir. Bu hastalardaki sol ventrikül fonksiyon bozukluğunu göstermede doku Doppler görüntülemesi (DDG) güvenilir bir yöntem olarak ileri sürülmektedir.

Bu konuya ışık tutmak amacı ile S.Ü.T.F Pediyatrik Kardiyoloji Polikliniğince Ocak 2000-Mart 2006 tarihleri arasında romatizmal mitral yetmezlik nedeniyle izlenen yaşları 5-15 yaş arasında değişen 30 hasta ve 30 sağlıklı çocukta sol ventrikülün sistolik ve diyastolik fonksiyonları geleneksel ve DDG ile incelenmiştir.

3. GENEL BİLGİLER

3.1 AKUT ROMATİZMAL ATEŞ

ARA, A grubu beta hemolitik streptokokların yol açtığı nazofarinks enfeksiyonlarını takiben gelişen sistemik bir hastalık olup sıklıkla eklemeleri, kalbi ve daha nadir olarak merkezi sinir sistemi, deri ve derialtı dokusunu tutar (1).

Streptokok enfeksiyonu ile ARA oluşumuna kadar geçen latent dönem 7-35 (ort. 18) gün kadardır. Klinik bulguların ağırlığı hastadan hastaya değişir. ARA'nın major tanı kriterleri 1950 yılında T. Duckett Jones tarafından poliartrit, kardit, kore, subkutan nodül ve eritema marginatum olarak tarif edilmiştir. En son 1992 yılında Amerikan Kalp Birliği, Jones kriterlerini güncelleştirmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Güncelleştirilmiş Jones kriterleri(1).

Majör Kriterler	Minör Kriterler
Kardit	Klinik bulgular:
Poliartrit	Artralji
Kore	Ateş
Eritema marginatum	Laboratuar bulguları:
Derialtı nodülü	Akut faz reaktanlarının yüksekliği:
	- Eritrosit sedimentasyon hızı
	- Beyaz küre sayısı
	- C-reaktif protein
	PR mesafesinde uzama

Geçirilmiş Grup A streptokok enfeksiyonunu destekleyici bulgular

Kültür veya hızlı antijen testi ile boğazda streptokok bulunduğunun gösterilmesi
Streptokoklara karşı antikor titresinin normalden yüksek bulunması

ARA tanısı için geçirilmiş streptokok enfeksiyon bulguları ile beraber iki major veya bir major iki minör kriterin olması gereklidir (1). ARA'nın en önemli major bulgularından birisi kardittir ve hastalığın en ciddi morbidite, hatta mortalite nedenidir. İlk atakta görülme olasılığı %40-90 arasında değişir. Romatizmal karditte kalbin endokard, miyokard, perikard gibi üç tabakası değişik derecelerde tutulur. Hastalığın seyri sırasında en sık tutulan kapak mitral, ilk gelişen bulgu da mitral yetmezliktir (2, 3).

3.2 MİTRAL KAPAK YETMEZLİĞİ

Mitral yetmezlik, mitral kapağın tam olarak kapanamaması veya sistol esnasında kapalılığını koruyamaması nedeniyle sistolde kanın sol ventrikülden sol atriyuma geri kaçışıdır.

Mitral kapak annulus, anterior ve posterior liflet, korda tendinea ve papiller kaslardan oluşur. Bunların herhangi birindeki bozukluk mitral yetmezliğe sebep olur. Mitral kapak fonksiyonunun normal olması bu anatomik yapıların normal olmalarının yanı sıra sol ventrikülün büyüklüğü, şekli ve sistolik fonksiyonu ile de yakından ilgilidir. Mitral kapak yetmezliği, mitral kapağı ilgilendiren yapıların anatomik bozukluğuna bağlı gelişirse primer, sol ventrikül fonksiyonlarındaki bozukluklara bağlı gelişirse sekonder mitral yetmezliği olarak adlandırılır. (4)

Mitral kapak yetmezliği, karşımıza akut veya kronik olarak çıkabilir. Akut mitral yetmezliğinde, sol ventrikül fonksiyonları aniden bozulur, akciğer ödemi ve bunun sonucu şiddetli dispne, ortopne, ölüm korkusu ve siyanoz ortaya çıkar. Akut mitral yetmezliği, akut miyokart enfarktüsü, papiller adele fonksiyon bozukluğu, papiller adele yırtılması, sol ventrikül dilatasyonu, sol ventrikül anevrizması, sol atriyal miksoma, infektif endokardit, kapağın spontan veya travma sonucu rüptürü, miyokard absesi, prostetik kapak fonksiyon bozukluğu, kapak dokusunun dejenerasyonu gibi nedenlerle gelişebilir (4).

Kronik mitral yetmezliği daha sinsi seyreder ve hastalar uzun süre bulgu vermeyebilir (5). Kronik mitral yetmezliğin ARA başta olmak üzere konjental ve yapısal çok sayıda nedeni vardır (Tablo 2).

Tablo 2. Kronik mitral yetmezlik nedenleri(5):

1. Romatizmal ateş
2. Romatizmal ateş dışı nedenler
 - Konjenital.
 - Papiller adale fonksiyon bozukluğu
 - Mitral annulusunun kalsifikasyonu
 - Mitral kapak prolapsusu
 - İnfektif endokardit
 - Kalp tümörleri
 - Kollajen doku hastalıkları
3. Sekonder mitral kapak yetmezliği (yapısal)
 - Mitral annulusunun genişlemesi (sol ventrikül dilatasyonu)
 - Hipertrofik kardiyomiyopati

3. 2. 1 ROMATİZMAL MİTRAL KAPAK YETMEZLİĞİ

Akut romatizmal valvulitis çocukluk çağında sıklıkla mitral yetmezlikle sonuçlanır. Yetmezlik mitral kapak lifletlerinin kapanmasını engelleyen fibrozise ve kontraktüre bağlıdır (1). Lezyonun ağırlığı hastadan hastaya değişir. Ağır MY olan hastalarda kapağın geri kalan kapanma mekanizmalarında da bozukluğa neden olur. Uzun süren ağır vakalarda lifletler kalsifiye olur. Yetmezlikten dolayı sol atriyum (LA) genişler ve bundan dolayı yetmezlik daha da artar (1, 6).

3.2.1.1 Romatizmal mitral kapak yetmezliğinin fizyopatolojisi

Klinik tablo, yetmezliğe neden olan alanın (regurgitation orifice area, ROA) genişliğine bağlıdır. LA'ya regürjite olan kan hacmi LV genişlemesi kadar LA genişleme miktarından da etkilenir. Mitral kapaktan geçen kan volümünün artışı, mitral darlığa benzer bir şekilde middiyastolik akım üfürümünü üretir (göreceli mitral darlığı).

Kronik MY'de artan doluş hacmini karşılayabilmek için uyum mekanizmaları LV genişlemesine neden olur. Artan sol ventrikül diyastol sonu hacmi, total atım hacmi ve kalp debisinin artışına izin verir. Sol ventrikül diyastol sonu miyokard fibril uzunluğunun

artması, LV diyastol sonu basıncının artmasını engeller. LV ve LA'daki bu uyum nedeni ile kronik MY'de pulmoner konjesyon azalır. Genişleme sonrası hipertrofi gelişimi duvar stresini normale döndürür. Geri kaçan kan nedeni ile önyük artar, normal veya azalmış olan artyükle beraber LV atımı güçlenir. Bu fazda hasta ağır egzersizde dahi semptomsuzdur. LV'de artyükün azalması miyokardın sistolik fonksiyonunda artışa buda ejeksiyon fazına ait göstergeler olan ejeksiyon fraksiyonu (EF) ve çembersel liflerin kısalma hızının artışına neden olur. Kompanse faz yıllarca devam edebilir. MY devam ettikçe artan volüm yüklenmesiyle LV fonksiyonu bozulur, dengeleyici mekanizmalar (önyük, uyum ve duvar kalınlığında artış, azalan artyük) yeterli olmaz. Kasılma fonksiyon bozukluğu, ejeksiyonu bozar ve sistol sonu volüm artar. Bu durum LV dilatasyon artışına ve LV doluş basıncında yükselmeye neden olur. Atım hacmi azalır, düşük kalp debisi ve akciğer konjesyonu belirtileri gelişir (1).

3. 2. 1. 2 Semptomlar ve fizik muayene bulguları

Kronik MY belirtileri LV yetmezliği gelişmeden ortaya çıkmayacağı için bazen yirmi yıl gecikmeyle ortaya çıkabilir. Akciğer ödemi gelişen hastalarda sinsi başlayan dispne ve hemoptezi görülebilir. Kan basıncı ve kalp hızı genelde normaldir. Periferik arter nabzı küçük hacimli ama sıklıkla canlıdır. Geç evrelerde atriyal fibrilasyon gelişebilir. Kardiyak vuru yaygın, kuvvetli, aşağı ve sol yan tarafa doğru kaymıştır. Birinci kalp sesinin şiddeti genellikle azalmıştır. Aort kapağı erken kapandığında ikinci kalp sesinde geniş ikileşme sıklıdır. Hızlı doluş fazında artan mitral doluş nedeniyle apekte güçlü üçüncü kalp sesi duyulabilir. Tipik MY üfürümü olan yüksek frekanslı holosistolik üfürüm en güçlü apekte duyulur ve koltuk altına doğru yayılır (1).

3. 2. 1. 3 Radyolojik ve Elektrokardiyografik bulgular

Hastalığın erken evrelerinde kalp normal genişliktedir. Daha geç evrelerde ise LA ve LV genişlemesine ait bulgulara rastlanabilir (1, 7). Kronik MY'de elektrokardiyografide LV ve LA genişlemesine ait bulgular görülür. İleri vakalarda atrial fibrilasyon saptanabilir.(1)

3. 2. 1. 4 Ekokardiyografik bulgular

Ekokardiyografik inceleme, sadece MY'nin ağırlığını tespit etmede değil LV fonksiyonlarını değerlendirmede ve mitral kapak değiştirme ameliyatlarından sonra hastaları takip etmede önemlidir.

Mitral kapak uzun ve geniş ön liflet ve daha kısa bir arka lifletten oluşur. Lifletler anterolateral ve posteromedial iki komissura ile birbirinden ayrılmıştır. Korda tendinea, komissuradan LV serbest duvarına tutunmayı sağlar. Atrioventriküler kapaklar uzun ve kısa aks pozisyonunda yapılan ekokardiyografik incelemelerle değerlendirilir (8). Mitral kapakta öncelikle supralvuler bölge, annulus, lifletler, komissürler, korda tendinealar ve papiller kaslar değerlendirilir. Atrioventriküler kapaklar dairesel olmadıkları için ölçümler birbirine dik iki planda yapılmalıdır.

İki boyutlu ekokardiyografide mitral kapak lifletlerinde kalınlaşma kapağın tam olarak kapanmaması, nispeten hareketsiz olan arka liflet, sistol sırasında genişlemiş LA, hiperdinamik septal ve arka duvar hareketi gösteren genişlemiş LV görülebilir (1, 8).

LA genişliği ve yetmezliğin şiddeti arasında net bir ilişki ortaya konamamıştır. Kapak yetmezliği ağır olmadıkça LV sistolik fonksiyonu korunmaya devam eder (9).

3.2.2 MİTRAL YETMEZLİĞİN AĞIRLIK DERESESİNİN EKOKARDİYOĞRAFI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

MY'nin ağırlık derecesinin değerlendirilmesinde kalitatif ve kantitatif çok sayıda yöntem vardır (10).

3. 2. 2. 1 Mitral yetmezlik jet alanının sol atriyum alanına oranlanması

MY'nin renkli Doppler akımı ile derecelendirilmesinin bir yolu maksimum regürjitasyon jet alanını ölçmek ve bunu sol atriyum alanına oranlamaktır. Bu ölçüm yapılırken maksimum türbülant akım ölçülmelidir. Bazı veriler sadece türbülant mozaik akım alanın ölçülmesini önerirler. Bu yöntem kolaydır fakat bazı zorlukları vardır. Bunlardan birisi Doppler jet akımının genişliğidir ki bunu alete ait birçok faktör etkiler. Ayrıca art yük gibi bazı fizyolojik faktörler de etkilidir. Aynı kalp siklusundan alınan dört görüntüde jet alanı farklı olabilir. Jet akımın yönü sol atriyumun ortasına doğru ise tümünü doğru değerlendirmek mümkündür. Ancak jet ekstrensek olup sol atriyumun duvarına çarparsa tamamen farklı bir jet alanı ortaya çıkacaktır ve bu durum MY'nin derecelendirilmesinde yanlış sonuçlara neden olacaktır (11).

Planimetre ile ölçülen mitral jet alanının LA alanına oranına göre ağırlık derecesinin değerlendirilmesi (12, 13) :

Eser derecede MY : Mitral regürjitasyon yüzdesi >%0-10

Hafif derecede MY: Mitral regürjitasyon yüzdesi > %10-20

Orta derecede MY: Mitral regürjitasyon yüzdesi >%20-40

Ağır derecede MY: Mitral regürjitasyon yüzdesi > %40

3. 2. 2 Mitral regürjitasyon fraksiyonunun hesaplanması

MY'nin derecelendirilmesinin bir başka yolu regürjitasyon fraksiyonunun hesaplanmasıdır (12,13).

Mitral yetmezlik regürjitasyon fraksiyonunun (RF) hesaplanması;

Regürjitan fraksiyonu (RF) =Regürjitan atım hacmi / Total atım hacmi

Total atım hacmi = LV diyastol sonu volüm - LV sistol sonu volüm

Regürjitan atım hacmi= Total atım hacmi - Atım hacmi

Atım hacmi (SV) = CSA X Akım velosite integral (FVI)

Aortanın kesit alanı (CSA) = $\pi (D/2)^2$ (cm²)

D: annulus çapı, $\pi=3.14$

Buna göre ;

Regürjitan fraksiyonun = %20 olması hafif MY

Regürjitan fraksiyonun = %20-40 orta derecede MY

Regürjitan fraksiyonun = %40-60 orta-ağır derecede MY

Regürjitan fraksiyonu > %60 ciddi MY

3. 2. 2. 3 PISA yöntemi

Mitral yetmezliğin derecelendirilmesinde regürjitan jet alanının ölçülmesindeki zorluklardan dolayı araştırmacılar başka yöntemlere başvurmuşlardır. Bu yöntemlerden biri PISA (proksimal izovelosite surface area) yöntemidir. Kan dar olan orifisten geçerken hızlanır. Renkli akım pulse Dopplerde ve düşük velositelerde aliasing meydana geldiğinden akımın velositesi artar ve orifise yaklaştığında renk değişikliği meydana gelir. Bu aliasing dar olan orifisin çevresinde bir seri konsantrik renkli halkaların meydana gelmesine sebep olur.

PISA = $2 \pi r^2$

FR (akım hızı)= pisa (cm²)x Velosite (cm/s)

Bu yöntemle MY nin derecelendirilmesi ilgi çekicidir zira bir önceki metodun zorlukları burada yoktur. Fakat bu tekniğin teyit edilebilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. (11, 14, 15)

3. 2. 2. 4 Mitral yetmezliğe ikincil olarak gelişen ekokardiyografik bulgular

Mitral yetmezliğe bağlı gelişen ikincil bulgular da tespit edilebilir. Bu bulgular sol atriyum genişlemesi, sol atriyum duvar pulsasyonu, sol ventrikül genişlemesi, aort kapak hareketi ve IVS nin hareket şeklidir. LV volum yüklenmesinde IVS hareketi aşırı bir hal alır. Sol ventrikül atım volumü RV atım volumü aştığından septumun öne doğru olan hareketinde artış meydana gelir. Septum hareketinde artış meydana gelmesi MY için spesifik değildir ve AY'inde de aynı durum görülebilir. Sol atriyum ve LV'ün geniş olması en az orta derecede MY olduğunu gösterir. Ağır mitral yetmezliğinde sol ventrikülün sistolik fonksiyonları bozulur(11, 16).

3. 3 SOL VENTRİKÜL FONKSİYONLARININ EKOKARDİYOĞRAFI İLE İNCELENMESİ

Sol ventrikülün görüntülenmesi için en uygun transduser pozisyonu sternumun sol kenarında 3-4. interkostal aralıktır. Bu pozisyonda ultrason dalgası genellikle ventriküller arası septuma ve sol ventrikül arka duvarına dik olarak yönelmektedir (17). Apikal pozisyonlar apeksin görüntülenmesi için kullanılırlar, buna karşın sol ventrikülün diğer bölümlerinin endokard sınırları bu pozisyonda iyi görüntülenemez (18).

3. 3. 1 SİSTOLİK FONKSİYONLAR

3. 3. 1. 1 M-mode ekokardiyografi

M-mode ölçümlerinden hesaplanan sistolik sol ventrikül fonksiyon incelemeleri kolay ve hızlı bir şekilde yapılabildiğinden yaygın olarak kullanılmaktadır. M-mode ekokardiyografiyle yapılabilen başlıca ölçümler şunlardır;

Sol ventrikül arka duvar kalınlığı: Endokard ile epikard arasındaki dikey uzaklıktır. Sol ventrikül arka duvarından M-mode yöntemiyle ölçülür. Parasternal uzun eksen pozisyonunda elde edilen kesitler kullanılır (19).

Sol ventrikül arka duvar hareketi: Endokardın sistol ile diyastol sırasındaki durumları arasındaki farkı ifade eder. M-mode yöntemiyle endokardın sistoldeki ve diastoldeki konumunun horizontal çizgilerle belirlenmesi sonrasında ölçülür. Ölçümün güvenilir olabilmesi için sol ventrikül arka duvarının sistol sırasındaki hareketinin ultrason dalgasına dik olması gerekir (17,19).

Ventriküller arası septum kalınlığı : Sağ ve sol ventrikül endokardı arasındaki uzaklıktır. Parasternal uzun eksen konumunda aort kapağının yaklaşık 2mm altında M-mode yöntemiyle, EKG de R dalgasına tekabül eden yerden ölçülür (20, 21).

Sistolik septal kalınlaşma yüzdesi (IVS kalınlaşma yüzdesi): IVS'nin sistolik kalınlığı ölçülür. Sistol sırasında IVS' nin sağ ventrikül ile sol ventrikül arasındaki kalınlıktır (21).

$$IVS \text{ kalınlaşma yüzdesi} = \frac{\text{sistolik kalınlık} - \text{diyastolik kalınlık}}{\text{Sistolik kalınlık}} \times 100$$

Sol ventrikül iç çapları : Sol ventrikülün büyüklüğü ve kasılmasını değerlendirebilmek için diyastol ve sistol sırasında sol ventrikül içi çaplarının ölçülmesi gerekir. Bu ölçüm M-mode yöntemiyle, bazen de iki boyutlu yöntemle yapılır. Hemen aort halkasının ve arka mitral yaprakçığının altı düzeyinden ölçümler yapılır. Diyastolik çap, diyastol sırasında sol ventrikül arka duvarı ile ventriküller arası septumun endokardı arasındaki en geniş uzaklıktır. Genellikle atriyum kasılmasından hemen sonra ölçülür. Sistolik çapı alırken de bu ikisi arasındaki en kısa uzaklık dikkate alınır. Sol ventrikül iç çaplarıyla ilgili normal değerler yaş, ağırlık, boy, ırk, cinsiyet, kalp hızı, solunum gibi çeşitli faktörlerle değişiklik gösterir (18).

Minör çapların değişiklik yüzdesi: (22)

$$\% \text{ değişiklik} = \frac{LVDSG - LVSSG}{LVDSG} \times 100$$

LVDSG: Sol ventrikül diyastol sonu genişlik

LVSSG : Sol ventrikül sistol sonu genişlik

Çembersel liflerin kısalma ortalaması (meanVcf) : (20)

$$Vcf = \frac{LVDSG - LVSSG}{LVDSG} \times ET$$

ET : Ejeksiyon zamanı

Fraksiyonel kısalma: (FS):

M-mode veya iki boyutlu ekokardiyografi ile ölçülebilir

$$FS : \frac{LVDSG - LVSSG}{LVDSG}$$

Çocuklarda fraksiyonel kısalma yaş ilerlemesine paralel olarak meydana gelen kalp hızı değişikliklerinden bağımsızdır. FS nin normali 0.36 ± 0.04 'dür. Ventrikül hareket bozukluğu mevcut olduğunda linear çap daha az güvenilirdir (18, 22).

Ejeksiyon fraksiyonu (EF) :

LV fonksiyonlarını değerlendirmede ejeksiyon fraksiyonu değerli bir metottur. Bunun için sistol sonu (LVSSH) ve diyastol sonu (LVDSH) ventrikül hacimlerinin hesaplanması gereklidir.

$$EF = \frac{LVDSH - LVSSH}{LVDSH} \times 100$$

EF değerleri kalp hızından, kontraktiliteden, önyükten ve ardyükten etkilenir.

Ekokardiyografi ile EF ölçümlerinin birkaç kez tekrarlanıp ortalama değerlerinin alınması daha doğru bir yaklaşımdır. $EF > 0.6$ normal değer olarak kabul edilse de bu kesin bir değer değildir. Kullanılan yöntem ve cinsiyete göre farklı değerler söz konusudur. Koroner arter hastalığı, sistemik hipertansiyon, miyokarditler, kardiyomiyopatiler, hipotiroidi, nöromusküler hastalıklar, sistemik lupus eritematozus gibi çok çeşitli durumlarda sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu düşük bulunabilir (18, 22).

Ventrikül volümünün hesaplanması: Sol ventrikül hacmi, sol ventrikülün M-mode ölçümlerinden hesaplanabilir. Sol ventrikül hacmini hesaplamada çeşitli yöntemler mevcuttur.

Sol ventrikül şeklinin elipse benzemesine dayanan sol ventrikül volüm hesaplaması:

Bu yöntemde ventrikül kısa aksının uzun aksının yarısı kadar olduğu kabul edilir. Elipsin hacmi $V = \frac{4}{3} \pi L / 2 D_1 / 2 D_2 / 2$ formülü ile hesaplanır. Formülde L uzun aksı, D_1 ve D_2 kısa aksları gösterir. Kısa akslar birbirine eşit olduğundan D_1 ve D_2 yerine $2D$ kullanılır ve formül $V = \frac{4}{3} \pi (2D/2) (D/2) (D/2)$ şekline döner. Daha da basitleştirecek

olursak $V = (D)^3$ şeklinde kullanılabilir. Ventrikül hacmi sistol ve diyastol sonunda ölçülebilir. Ventrikül kontraksiyon yaptığında ventrikül şeklinin değişebileceği bilinmektedir. Segmental hareket bozukluğu olduğunda koroner arter hastalığında olduğu gibi tek olarak yapılan ölçümlere dayalı hacim hesaplamaları güvenilir değildir. Çocuklarda segmental hareket bozukluğu kardiyomiyopati hastalarda veya koroner arter anomalisi bulunanlarda görülebilir. Ancak bu bozukluklar çocuklarda daha nadir olduğundan bu teknik çocuklarda halen hacim hesaplanmasında kullanılabilir (18, 23).

Teichholz metodu ile sol ventrikül volümünün hesaplanması:

Uyumsuzluk bulunan vakalarda, M-mode verilerinden LV hacminin hesaplanmasında Teichholz metodunun kullanılması önerilmiştir. Teichholz tekniğinde, aşağıdaki formül kullanılarak uzun aksın kısa aksa olan oranında meydana gelen değişiklikleri düzeltmektedir.

$$V = \left(\frac{7.0}{2.4 + D} \right) (D)^3$$

Bu metodun LV hacminin hesaplanmasında kullanılan diğer M-mode yöntemlerinden daha güvenilir olduğu ispat edilmiştir. Sistol sonu ve diyastol sonu hacimler, atım hacmi (AH) ve EF bu formülle hesaplanabilir. AH, sistol ve diyastol sonu hacimleri arasındaki farktır.

$$AH = LVDSH - LVSSH$$

Kalp debisi ise kalp hızı ve atım hacminden hesaplanır (18, 23).

$$\text{Kalp debisi} = \text{atım hacmi} \times \text{kalp hızı}$$

LV sistol-sonu meridional duvar stresi (LVSS stres) (g/cm²):

Sistol sonu duvar stresi kontraksiyon halindeki ventriküldeki art yükün etkisinin bir ölçümüdür. Sistol sonu basıncın hacim veya çap ile olan ilişkisi M-mode kayıtlarından ölçülebilir. Çeşitli arter basınçlarında ölçüm yapılmasını gerektirmektedir ve sıklıkla methoxamine infüzyonu ile başılır. LV basıncı sadece ejeksiyon periyodu süresince karotis nabız trasesinden ölçülebilir.

Bu yöntemde standart M-mode ile iç çaplar ve duvar kalınlıkları ölçülmeli ve koldan ölçülen arteriyel kan basıncına karşı kalibre edilmelidir. LV çıkış yolunda obstrüksiyon bulunmadığında LV sistol sonu basıncı nabız trasesindeki dikrotik çentiğin yüksekliğinden hesaplanır. LV sistol sonu duvar stresi (LVSS *stres*) şu şekilde hesaplanır (19, 23).

$$LVSS_{STRESS} = \{(1.35) (MBP)(LVSSG)\} / \{(4)(LVSSAD) (1+ LVSSAD /LVSSG) \}$$

LVSSG :Sol ventrikül sistol sonu genişliği

LVSSAD: Sol ventrikülün sistol sonu arka duvar kalınlığı

MBP=ortalama kan basıncı= 2DBP(diyastolik kan basıncı)+SBP(sistolik kan basıncı)/3

Bu indeks ön yük ve art yük değişikliklerini kompanse etmek için meydana gelen miyokard kontraksiyon değişiklikleri üzerinde odaklandığından yararlıdır. Son zamanlarda yapılan deneysel çalışmalarda LVSS *stres* /LVSSH ilişkisinin daha önce düşünülenin tersine Art yük değişikliklerini göstermede daha hassas olabileceğini göstermiştir (23).

Sol ventrikül kitlesi:

LV arka duvar kalınlığı (LVDSAD), septum kalınlığı (IVSDS) ve LV minör aksı (LVDSG), bunların hepsi diyastol sonu ölçümler olarak alındığında LV kitlesi relatif olarak doğru bir şekilde ölçülebilir.

$$LV \text{ kitlesi} = (1.05) \{ (LVDSG) + (LVDSAD) + (IVSDS) \}^3 - (LVDSG) - 149$$

Vücut alanına göre LV kitlesi değerlendirildiğinde normal değerleri oldukça sabittir. Yapılan bir çalışmada m² ye göre kalp kitlesi erkeklerde 70. 4 g / m², kadınlarda 60. 7 g / m² dir. 10 ve 95 persentildeki erkeklerde sırası ile 48. 5 g / m² ile 103 g / m² iken kadınlarda 35. 6 ve 81. 09 g / m² dir (23).

LV kitlesi hakkında fikir veren yararlı bir yöntem, hacim / LV kitlesi oranıdır ki bu bize hipertrofinin tipi hakkında bilgi verir. LVDSH 'nin kitleye oranının normal değeri 0. 97± 0. 16 dır. Basınç yükü arttığında hipertrofi konsantriktir ve kitle hacime göre artış gösterir. Normal duvar stresini idame ettirmek için hacim yükü arttığında hipertrofi ekzantriktir ve hacime oranla kitlede azalma meydana gelir (18, 23).

EPSS/LVDSG:

LV fonksiyonunu göstermede daha nadir kullanılan bir indeks mitral kapağın E noktasının ventriküler septuma olan mesafesi (EPSS) nin diyastol sonu çapa (LVDSG) bölünmesi ile elde edilir (EPSS / LVDSG). Çocuklarda bu oranın normali 0.08 ± 0.06 dir. LV fonksiyonu bozulan hastalarda bu oran artar. Bir günlük ile 16 yaş arasındaki normal pediyatrik hastalarda mitral E noktasının septuma olan uzaklığı 2.5 ± 1.7 mm iken dilate kardiyomiopati hastalarda 16.5 ± 5.1 mm'ye yükselir(23).

Pre-ejeksiyon periyod / LV ejeksiyon zamanı oranı:

Pre-ejeksiyon periyodu (PEP) ve LV ejeksiyon zamanı (LVET) aortik kapak hareketinin M-mode kayıtlarından hesaplanabilir. PEP, EKG deki Q dalgasının başlangıcından aort kapağın açılmasına kadar olan mesafedir. LVET ise aort kapağın açılışından kapanmasına kadar olan süredir. PEP ve LVET kalp hızına göre değişiklik gösterir. PEP kalp hızından ters yönde etkilenir ve şu formülle hesaplanır.

$$PEP_c = PEP + 0.4 \text{ Kalp hızı}$$

LVET bir ejeksiyon faz indeksidir. Kalp hızından tersine etkilenir ve aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$LVET_c = LVET + 1.6 \text{ Kalp hızı}$$

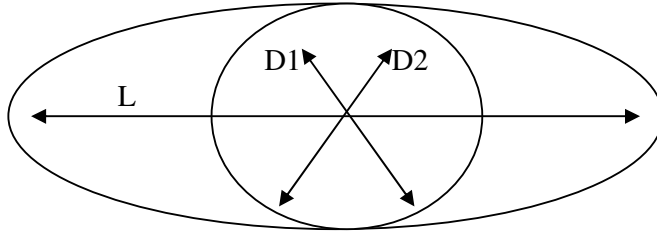
Sistemik ve pulmoner pre-ejeksiyon'unun ET' ye oranı oldukça sabittir ve kalp hızından etkilenmez. Genel olarak PEP i artıran nedenler ET' de azalmaya neden olurlar. LVPEP / LVET oranı normalde 0.345 ± 0.036 iken RVPEP / RVET oranı 0.18 ± 0.30 dur.

PEP / LVET oranı LV sistolik fonksiyonunu kalp hızından bağımsız olarak ölçmeye yarar. LVPEP / LVET oranının artması kardiyomiopati hastalarda meydana gelir. Bu parametrelerin çoğu ventriküler yüklenme durumları (ön yük, art yük), kalp hızı ve miyokard kontraktilitesinden etkilenir (23).

3. 3. 1. 2 İki boyutlu ekokardiyografi

İki boyutlu ekokardiyografik yöntem, direkt olarak LV'e ait iki kısa ve uzun aksın ölçülmesine, dolayısıyla sol ventrikül hacim ölçümlerine imkan sağlar.

Sol ventrikül volümünü ölçen iki boyutlu çeşitli ekokardiyografik teknikler mevcuttur. Bu konuda sık kullanılan bir teknik LV'ün prolate elips şeklinde olduğuna dayanan bir tekniktir. Bu yöntemde iki kısa (D1 ve D2) ve uzun aks (L) ölçülür (20).



Şekil 1 LV'e ait kısa ve uzun akslar

Alternatif diğer bir teknik uzun aksı direkt olarak ölçmek ve minör aksları çeşitli projeksiyon veya planlardan ölçülen kavite alanından minör çapların hesaplanmasıdır. Bu ikinci tekniğe sıklıkla “area length metod “ ismi verilir. Uzun aks ölçümü LV'ün apikal pozisyonundaki görüntüsünden elde edilir. Minör akslar LV'ün kısa aks pozisyonundaki görüntüsünden papiller adele düzeyinden yapılır.

LV volümünü hesaplamada $L / 2 \times D1 / 2 \times D2 / 2$ “formülü kullanılır. Bu formüldeki L uzun aksı D1 ve D2 kısa aksı temsil etmektedir. Bu modeldeki en önemli hata LV kavitesinin sıklıkla oval elipse benzememesidir. Herhangi bir dilatasyon durumunda şekil bozulmaktadır. Hatta normal ventrikül bile sistolü sırasında oval elips şekline benzemez. Bu nedenle birçok araştırmacı herhangi bir geometrik şekil temeline dayanmayan metodlar üzerinde durmaktadırlar. Bunlar arasında Simpsonun metodu en çekici olanıdır. Bunun temeli ventrikülü bilinen kalınlıktaki dilimlere ayırmaktır. Böylece LV hacmi bu dilimlerin hacimlerinin bir toplamıdır. LV boşluğunun şekli muntazamsa daha az sayıda dilim yeterlidir. LV şekli düzensiz ise hacmin doğru hesaplanması için daha çok sayıda ve ince dilime ihtiyaç vardır(23).

Çok sayıda kısa aks ölçümü yapmadaki zorluklar nedeniyle modifiye simpson metodu daha sık kullanılmaktadır. Bu yöntemde ölçümler apikal iki boşluk ve kısa aks pozisyonlarında papiller adele düzeyinde yapılır. İki pozisyonda da endokard kenarları çizilir. Sonra bilgisayar kullanılarak modifiye Simpson metodu ile hacim hesaplanır(23).

Ekokardiyografik ölçümlerde bilgisayar kullanımının artması, bunların hacim hesaplamalarında kullanılabilirliğini artıracaktır. Sonuç olarak LV hacmini hesaplamak için hangi formül kullanılırsa kullanılsın önemli değildir. Daha komplike fakat daha doğru sonuç veren modifiye Simpson metodu muhtemelen tercih edilecek olan tekniktir ve çok basitleştirilmiş metotlara ihtiyaç yoktur (17)

İki boyutlu tekniklerle ölçülen hacimler anjiografiyle ölçülenden daha küçüktür. Bunun sebebi ekokardiyografiyle elde edilen tomografik görüntülerin maksimum çapları göstermemesidir. Buna karşılık anjiografik yöntemlerdeki boya silueti karşı duvarlar arasındaki maksimum mesafeyi daha doğru olarak gösterebilmektedir. Bazı araştırmacılar LV hacminin kantitatif ölçümünü iyileştirmek için standart iki boyutlu görüntünün üç boyutlu görüntüsünü kullanmaktadırlar.

Son zamanlarda LV hacmini hesaplamada pseudo-biplane metodu kullanılmaktadır. Bu metodla Bullet(mermi) formülü ismi verilen formül kullanılır. Burada sol ventrikül bir silindir ve yarı elips olarak kabul edilir. Sol ventrikülün bazal yarısı silendir şeklindedir ve apikal yarısı ise elips (yumurta) şeklindedir.

Buna göre ;

Hacim = $5/6\pi A/L$ veya $0.85 A/L$ formülü kullanılır.

Bu formüldeki A, LV alanının kısa aksıdır. L uzun aks olup apikal plandan ölçülür(28). Her iki aksiyal çapların ölçümü ve hacim hesaplaması daha az zaman ve daha gelişmiş bilgisayar programı ister. Ekokardiyografik hacim ölçümünde hacim miktarı olduğundan daha düşük çıkar. Zira trabekülasyonlar arası ölçüme dahil edilmemiştir. Ancak bunun fazla bir klinik önemi yoktur (18).

3. 3. 1. 3 Doppler ekokardiyografi

Doppler ekokardiyografi, intrakardiyak kan akımını değerlendirerek, ventriküler performansı geometrik değişimlerden bağımsız olarak belirler (24)

Doppler USG'nin en yararlı yanı atım hacmi ve kalp debisinin değerlendirilmesidir. Doppler ekokardiyografi ile ölçülen kalp debisi termodilüsyonla ölçülen kalp debisine uygunluk göstermiştir. Ancak bu ölçümler aort kapağında darlık veya yetmezlik varsa geçerli değildir, zira anormal kapağın sebep olduğu velosite artışı, velosite integralde yalancı bir artışa neden olur.

Atım hacmi ve kalp debisi ölçümü:

Kalp debisi Doppler ekokardiyografi ile ölçülebilen ve ejeksiyon fazına ait sistolik fonksiyonu yansıtan verilerden biridir (25).

Doppler yöntemiyle tespit edilen kalp debisi invaziv yöntemle tespit edilen değerlerle uygunluk göstermiştir. Kalp debisi ölçümlerinde çıkan ve inen aorta suprasternal çentikten, mitral ve triküspit kapaklar apikal 4-boşluk, sol ventrikül çıkış yolu parasternal uzun aks ve ana pulmoner arter ise parasternal kısa aks pozisyonundan görüntülenir.

Atım hacmi (SV) kanın geçtiği kapak veya damarın enine kesit alanı (CSA)ve akım velosite integralden (FVI) hesaplanır (19). Akım velosite integral, akım velositesinin altında kalan alandır.

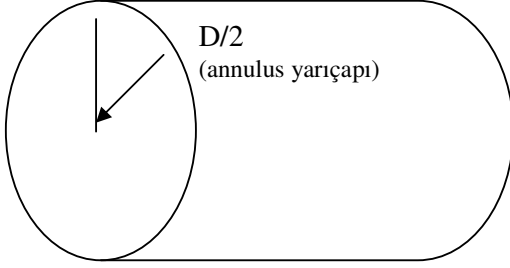
$$SV = FVI \times CSA$$

Kalp debisi (CO), atım hacminin(SV) kalp hızıyla (KH) olan çarpımından elde edilir.

$$CO = SV \times KH$$

Kardiyak indeks ise kalp debisinin vücut yüzey alanına bölünmesiyle hesaplanır(16).

$$CI (l/dk/m^2) = \text{kalp debisi} / \text{vücut yüzey alanı}$$

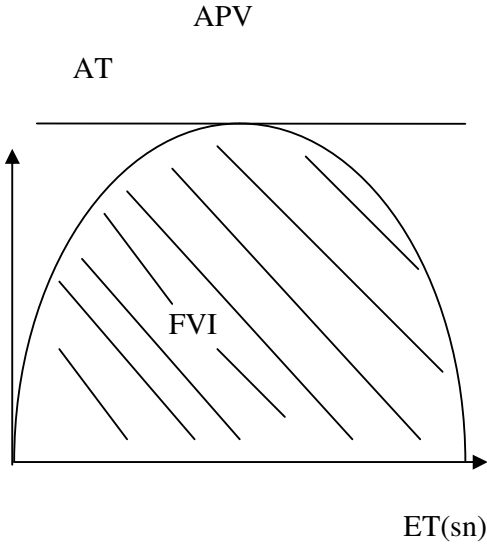


$$CSA = \pi (D/2)^2 \text{ (cm}^2\text{)}$$

CSA = Aortanın enine kesit alanı

Şekil 2 Aortik annulus

Yapılan bir çalışmada kalp debisini ölçmek için Doppler akımına dayanan basitleştirilmiş bir formül bildirildi. Parasternal uzun aks pozisyonunda elektronik ölçerler ile aortik annulus (D) ölçüldü. Aortik peak flow velosite (APV) ve LV ejeksiyon zamanı (ET) apikal pozisyondan görüntülenen çıkan aortanın pulsed Dopplerle incelenmesinden elde edildi (20, 23).



$$SV = [0.53 (D^2 \times APV \times ET)] + 0.92$$

Şekil 3 APV ve FVI

Bu yöntemle tespit edilen atım hacmi termodilüsyon tekniğiyle tespit edilene çok yakındır. Bu teknik basit, kolay hesaplanabilir olması ve bilgisayara ihtiyaç duyulmaması nedeniyle avantajlıdır (20, 23).

ET (Sol ventrikül ejeksiyon zamanı) : Sistolde anterior hareketin başlangıcından sonuna kadar geçen süredir. LV ejeksiyon zamanını ölçmenin değişik iki yöntemi vardır.

Bunlardan birisi aynı anda kaydedilen karotis nabız trasesinden elde edilebilir ki ET yükselişin başlangıcından dikrotik çentiğe kadar olan zamandır. ET aynı zamanda aortik kapak çaplarından da ölçülebilir. Aort kapağının açıldığı noktadan kapandığı noktaya kadar geçen zamandır (20,23).

Akım velosite integral (FVI): Aortada FVI ölçümü, atım hacmi hacim değişikliklerini izlemede yararlıdır. FVI, genellikle akım velosite kubbesinin altındaki alanın elle veya bilgisayar kullanılarak çizilmesi ile elde edilir. FVI, direkt olarak atım hacmi ile ilişkilidir ve cm olarak ifade edilir.

Alternatif olarak FVI aşağıdaki formül kullanılarak cm cinsinden ifade edilebilir.

$$FVI = \frac{APV \times ET}{2}$$

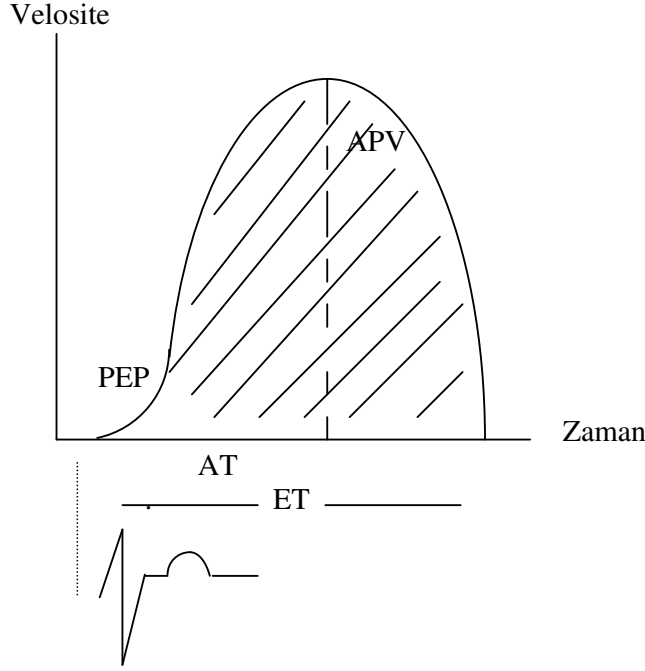
APV : Aortik peak flow velosite (cm/sn)
ET : Ejeksiyon zamanı (sn)

Bu formülde FVI olduğundan daha düşük çıkar.

FVI ölçmek için kullandığımız teknik CO sonuçlarını önemli ölçüde değiştirir. Çıkan ve inen aortik velositeleri ölçmek için suprasternal çentik kullanılabilir. Aort trasesi boyunca velositede değişiklik bulunduğundan velosite mümkün olduğunca aortanın merkezinden ölçülmelidir. Hem pulsed hemde kontinü Doppler bu iş için kullanılabilir. Pulsed Doppler kullanıldığında en iyi kayıt alınmaya kadar sample volüm derinliği değişiklik gösterir. KD'sinin % 25 kadarı baş ve boyuna gittiğinden arkus aortanın distali ve inen aortada daha düşük velosite beklenir ancak inen aorta çıkan aortaya göre daha daraldığından velosite aynı kalır. Bu nedenle FVI ölçümleri aortanın hem çıkan hemde inen kısmından yapılabilir (19, 20).

Ventrikülün sistolik fonksiyonlarını gösteren diğer ölçümler :

Sistolik ventrikül fonksiyonları ölçmek için aortik peak flow velosite, akselerasyon zamanı ve velosite integral gibi bazı ölçümler aortik velosite eğrisinden yapılabilir (şekil 4). Bu ölçümlerden elde edilen ve sistolik ventrikül fonksiyonunu gösteren diğer ölçümler peak ve ortalama akselerasyon veya atım hacmidir. Ventrikülün sistolik performansını göstermede peak akselerasyon ile EF arasında çok iyi bir ilişki bulunduğu gösterilmiştir. Sistolik ventriküler performansı azalan kişilerde akselerasyon zamanı uzarken akım velosite integral azalma gösterir (19).



Şekil 4 Aortik velosite eğrisi

Aortik peak velosite (APV), akselerasyon zamanı (AT), ejeksiyon zamanı (ET), velosite zaman integrali çizili alandır. Bu çizimden sol ventrikülün sistolik fonksiyonlarını gösteren ölçümler yapılabilir.

Bunlar ;

Ortalama akselerasyon (MAc) = APV / AT . Ortalama akselerasyon sırasındaki ortalama velosite veya peak velosite / ejeksiyon zamanı olarak tarif edilir ve m / sn^2 olarak ifade edilir.

EKG de eklenecek olursa preejeksiyon periyod (PEP) de ölçülebilir ve LV sistolik fonksiyonunu gösteren diğer bir indeks olan PEP / ET hesaplanabilir. Ekokardiyografik olarak uygun akustik pencerelerin elde edilemediği ve endokard sınırlarının iyi belirlenemediği durumlarda sol ventrikül sistolik fonksiyonunun değerlendirilmesinde çok yararlıdır. PEP ölçümünde EKG’de QRS bileşiğinin başlangıç noktası ile aort ejeksiyon akımının başlangıç noktası arasındaki süre dikkate alınır. Sol ventrikül sistolik fonksiyon bozukluğunda, PEP uzar, sol ventrikül ET (LVET) kısalmır ve dolayısıyla PEP/LVET oranı artar. PEP’in kalp hızına göre düzeltilmesi (RR aralığının kare köküne bölünerek) ile elde

edilen sonuçların ejeksiyon fraksiyonu ile daha iyi ilişki gösterdiği gözlenmektedir (PEP/LVET>0,4 nin, EF<0,55 için duyarlılığı %75-100, özgüllüğü %86-92) (23).

Son çalışmalar 1 ve 3 m/sn mitral yetmezlik jet velositesinin sol ventrikülde $\Delta P / \Delta T$ ölçümüne izin vereceği gösterildi. Hızın 1-3 m/sn arasında olması süresince LA basıncında herhangi bir değişiklik meydana gelmediği kabul edilir. Bu verileri kullanarak yazarlar mitral kapak replasmanından sonra sol ventrikül EF hesaplamaya imkan sağlamışlardır.

Dp= ventrikül içi basıncındaki değişim

(yetersizlik akımı tepe noktasına ulaştığında ventrikül içindeki basınç artışı da tepeye ulaşır)

Dt= ventrikül içi basınç tepe noktasına ulaşana kadar geçen süre

Dp'nin belirlenebilmesi için Doppler ekokardiyografi ile elde edilen akım hızı Bernoulli denklemi ($Dp=4xV^2$) yardımıyla basınç farkına dönüştürülür (26).

Sistolik ventrikül fonksiyonunu değerlendirmede kullanılan başka bir metod kitle x akselerasyon formülüne dayanır. Belli bir sürede aortik enine kesitten geçen kan kitlesi şu şekilde ifade edilebilir;

$$M = p \times CSA \times APV \times AT$$

Bu formülde M: kan kitlesi, p: kanın kitle dansitesi (1.069/cm³), CSA aortik enine kesit, V akselerasyon sırasındaki velosite (cm / sn) ve AT akselerasyon zamanıdır.

Akselerasyon sırasında kanın aortaya uyguladığı kuvvet ortalamasını bulmak için kitle (M) ortalama akselerasyon (MAc) ile çarpılmalıdır. MAc ise APV'nin AT'ye bölünmesiyle elde edilir {(MAc = PAV / AT (cm/sn))}.

Ortalama ejeksiyon kuvveti (F) kilodynes veya newtons olarak ifade edilir. (1 newton = 100 kilodynes/m²). Normal ejeksiyon kuvveti 29 ± 5 kilodynes veya 17 ± 3 kilodynes /m² vücut alanıdır.

$$F = P \times CSA \times \int_0^t V. dt \times APV / AT$$

Bu formüldeki $\int V. dt$ akım sinyalinin başlangıcından peak velositeye kadar olan velosite integralidir.

Ejeksiyon fraksiyonu azalan kişilerde 20 kilodynes'den daha düşük değerler bulunur. Bu tekniğin bir avantajı ventrikülün geometrik şekline bağlı olmamasıdır. Böylece ventrikül morfolojik olarak sağ, sol, indetermine, tek ventrikül olsun ventrikül performansını değerlendirmede kullanılır (23).

3. 3. 2 DİYASTOLİK FONKSİYONLAR

Diyastol, ejeksiyon sonu (semiluner kapakların kapanması) ile başlayan ve atriyoventriküler kapakların kapanmasına kadar uzanan bir dönemdir (27).

Diyastolik fonksiyon bozukluğunun farklı özelliklerini ölçebilen birkaç parametre vardır. En gerçek parametreler ventrikül gevşeme ve uyumudur. Diyastolik fonksiyon bozukluğunu ölçen altın standart, ventrikül uyumunu invaziv yöntemle direkt olarak ölçen basınç-volüm kurvesinin elde edilmesidir. Ancak hastaların çoğunda bu yöntem pratik değildir. Doppler ekokardiyografi LV diyastolik fonksiyonunu ölçmek için kullanılır. Doppler ile mitral velositede tespit edilen değişkenler diyastolik fonksiyonların değerlendirilmesinin temel taşıdır. Pulmoner venöz Doppler parametreleri, diyastolik fonksiyonların çeşitli parametrelerinin (LV dolma basıncı, relaksasyon ve sertlik olmak üzere) değerlendirilmesinde yararlıdır. Mitral akımdan elde edilen sonuçların geçerliliğini değerlendirmede Valsalva manevrası ek bilgiler sağlar. Maalesef mitral kapak ve PV Doppler akım velositeleri özellikle dolma basıncındaki değişiklikler gibi birçok fizyolojik faktörden etkilenir. Böylece bu standart tekniklerden elde edilen sonuçlar yetersiz olabilir. Son zamanlarda yüklenme durumlarından daha az etkilenen renkli M-mode (CMM) ve Doku Doppler görüntülemesi (DDG) gibi teknikler yeni imkanlar sağlamıştır (28).

3. 3. 2. 1 LV'ün Diyastolik Özellikleri

Diyastoldeki kalp siklusu geleneksel olarak 4 faza bölünmüştür; isovolumik relaksasyon; erken hızlı doluş; diyastazis ve atrial kontraksiyon olmak üzere. İsovolumik relaksasyon zamanı (IVRT) sistolik kalp siklusunun bir devamıdır ve LV relaksasyonuna ek olarak sistolik fonksiyonlara da bağlıdır. Erken hızlı diyastolik dolma fazı (RF), hem LV relaksasyonu hem de ventrikül uyumuna bağlıdır. Yavaş diyastolik dolma fazı veya diyastazis (SF), kalp hızı ve ventrikül uyumuna bağlıdır. Atriyal kontraksiyon zamanı

(AC), ventrikül uyumuna, sol atrium fonksiyonu ve kalbin iletim sistemine bağlıdır. Diyastolik fonksiyonların iki önemli belirleyicisine (ventrikül gevşemesi ve uyumu) ek olarak LV diyastolik özelliklerini etkileyen çok sayıda bağımsız faktör mevcuttur (sistolik fonksiyon, LA basıncı, perikardiyal kısıtlama, intratorasik basınç gibi). Ventrikül relaksasyonu kompleks, enerjiye-bağımlı bir olaydır bu dönemde kontraktıl elementler deaktive olarak miyofibriller orijinal (kasılma öncesi=prekontraksiyon) uzunluklarına dönerler. Diğer bir deyişle ventrikül relaksasyonu sistolik kontraksiyondan sonra LV basıncının azalması için geçen süre olarak düşünülebilir. Sol ventrikülün erken diastolde dolamaması hızlı doluş fazını etkiler ve atrial kontraksiyona bağılı doluşta kompensatuar bir artış meydana getirir (29).

Transmitral basınç gradiyenti, LV basıncı ile LA basıncı arasındaki farka eşit olup LV dolma şeklini tayin eder ve LV gevşeme hızı ve LV uyumundandan etkilenir. Belli bir LV basıncında, LV gevşemesinin daha hızlı meydana gelmesi, erken transmitral basınç gradiyentinin yükselmesine (LV basıncının daha düşük olmasına bağılı olarak) erken diyastolde doluşun daha fazla, geç diyastolde doluşun daha az olmasına neden olur. Bunun tersine LV gevşemesi yavaşladığında erken diyastoldeki doluş azalır ve geç diyastolde daha fazla doluş meydana gelir ve ventrikül doluşu daha yüksek oranda atriyal kontraksiyona bağılıdır (erken-diyastolik anormalite) (30).

3. 3. 2. 2 Doppler Ekokardiyografik Değerlendirme

Mitral Kapak Akımı

LV doluş şekilleri, pulsed-dalga Doppler mitral akım velosite kayıtları kullanılarak değerlendirilir. Mitral akım değerlendirilmesinde kullanılan 4 faydalı değışken şunlardır; diastolik erken doluş peak velositesi (E), diyastolik geç doluş peak velositesi (A), E dalgasının dekselerasyon zamanı (E-des) ve A dalga süresidir (A dur).

Normal mitral akım velosite kurveleri, yüklenme durumları, yaş ve kalp hızı gibi durumlardan etkilenmektedir. Normal yaşlanma ile LV relaksasyonu yavaşlar ve böylece E'de tedrici azalma ve A'da artış meydana gelir. Altmış yaşlarında E ve A dalgaları yaklaşık olarak eşit hale gelir. Bu nedenden dolayı insanların çoğunluğunda normal E/A oranı 0, 75-1, 5 olarak kabul edilir. Erken doluşun dekselerasyon zamanı erken diastoldeki uyumu yansıtır. DT 'nın normal değıeri 220 msn'den ufak olmasıdır. (31, 32)

Diyastolik fonksiyon bozukluğu olan hastalarda üç anormal doluş şekil tanımlanır;

Hafif diyastolik fonksiyon bozukluğu veya relaksasyonu anormalitesi: LV gevşeme hızı azalmıştır. Buna bağlı olarak E dalgası küçülür, geç diyastolde sol atriyum volümü yüksek kaldığından atriyumun kasılmasıyla büyük bir kompensasyon oluşur ve bunun sonucunda da A dalgası büyür. Böylece düşük E ve yüksek A dalgası sonucunda E/A oranı 0, 75'den daha düşük olur. DT uzar ve sıklıkla 220 msn'den daha uzundur (31).

Orta derecede diyastolik fonksiyon bozukluğu veya Psödonormalizasyon: Gevşemenin gecikmesine LV dolum ve sol atriyum basıncının yükselmesi eklenince mitral akım örneği normale benzer bir hal alır. Bunun sonucunda E/A oranı normal olup 1 civarındadır. DT hafifçe kısalmıştır (31).

Hastalık ilerlediğinde ciddi diyastolik fonksiyon bozukluğu veya restriktif şekil meydana gelir: Bu durumda ciddi şekilde uyum bozulur, LA basıncının daha fazla artışına bağlı yüksek E dalgası, düşük A dalgası ve anlamlı bir şekilde kısalmış DT'ye neden olur. E/A oranı 1, 5'tan daha fazladır ve DT sıklıkla 150msn'den kısadır. Bu son grup valsalva manevrasına verdiği cevaba göre geri dönüşümlü veya sabit restriktif şekil olarak subgruplara ayrılır. Sabit restriktif şeklin prognozu daha kötüdür. Doppler akım şeklinin değerlendirilmesinde karşılaşılan en büyük zorluk normal, pseudonormal şekilden ayırt etmektir. Normali, pseudonormalden ayıran başka faydalı geleneksel metotlar da vardır. Bunlar pulmoner ven akım ölçümleri ve valsalva manevrasıdır. Bunların kendine ait değerleri kısıtlı olmasına rağmen diyastolik fonksiyon değerlendirilmesinde ilave bilgiler sağlar (28).

İzovolumik kasılma ve gevşeme dönemleri

100mm/sn hızındaki kağıtlar kullanılarak mitral ve aort kapaklarının ikili M-mode kayıtları yardımıyla hesaplanabilir.

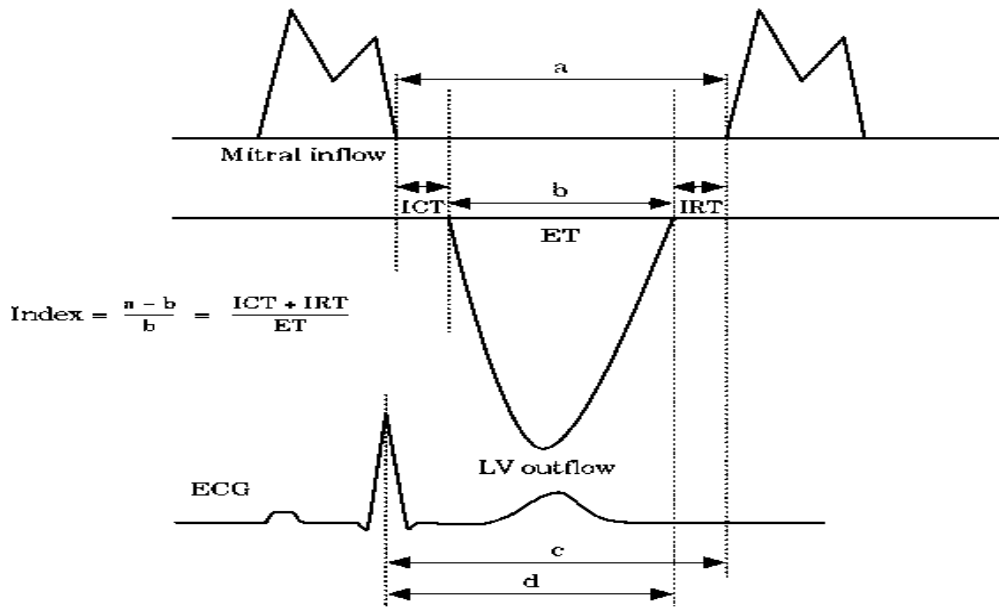
İzovolumik kasılma dönemi mitral kapağın kapanma noktası ile aort kapağının açılma noktası arasındaki horizontal uzaklıktır.

İzovolumik gevşeme dönemi ise aort kapağının kapanma noktası ile mitral kapağın açılma noktaları arasındaki horizontal uzaklıkla ifade edilir. Sistolik fonksiyon bozukluğunda ayrıca izovolumik gevşeme dönemi uzar

3. 3. 2. 3 Miyokardiyal performans indeksi (MPI)

MPI (Tei indeksi) ilk kez Tei ve arkadaşları tarafından 1995 yılında dilate kardiyomyopati bir grup hastaya uygulanarak yayınlandı (33, 34). Buna benzer bir indeks (İzovolumik indeks) 1982 yılında Mancini ve arkadaşları tarafından bildirilmiştir (35, 36). Mancini ve arkadaşlarının bildirdiği indeks M-mode ekokardiyografi ve eksternal nabız takibi ile elde edildiğinden klinik kullanımda bazı zorluklarla karşılaşmaktadır(37). Ayrıca bu indeks ön ve art yük değişikliklerinden çok etkilenmektedir. Bu yüzden Tei ve arkadaşlarının öne sürdüğü bu indeks Doppler ekokardiyografik inceleme ile kolaylıkla elde edilebildiğinden ve ön-artyük değişiklikleri, kalp hızı ve kan basıncı değişikliklerinden etkilenmediğinden klinik kullanımı oldukça kolaydır (38, 39, 40, 41).

Kardiyak fonksiyonları değerlendirirken tek tek zaman aralıkları Doppler akım profillerinden kolaylıkla elde edilseler de kalp hızı ve yüklenmelere duyarlı oldukları için klinik kullanımları sınırlıdır (42). Bu yüzden Tei ve arkadaşlarının önerdiği MPI bu zorlukları ortadan kaldıracak bir metod olarak klinik kullanıma girmiştir.



Şekil 5 MPI ölçümü

" a " değeri AV kapakların kapanmasından açılışına kadar geçen süredir. " c " değeri ise R dalgasının üst ucundan AV kapağın açılmasına kadar geçen süredir. Ejeksiyon zamanı (b değeri) semilunar kapaktan geçen akım süresidir. " d " değeri ise en yüksek R dalgasının

tepesinden ejeksiyon zamanının sonuna kadar olan süredir. MPI şu şekilde hesaplanır : $MPI=(a-b)/b$. IRT, ventrikül ejeksiyonunun bitiminden ventriküler doluşun başlamasına kadar geçen süredir. $IRT= c - d$ formülü ile hesaplanır. ICT, ventrikül doluşun bitiminden ventrikül ejeksiyonunun başlamasına kadar geçen süredir. $ICT= (a-b)- IRT$ formülü ile hesaplanır. Ventrikül fonksiyonunu değerlendirmeye yarayan MPI izovolümik zaman aralıklarının toplamının ejeksiyon zamanına oranıdır : $MPI = (ICT + IRT) / ET$.

MPI ölçülmesinin birçok pratik yönü vardır (42):

- 1 – Klasik Doppler ölçüm teknikleri ile kolaylıkla elde edilir
- 2 – Geniş bir yelpazede hastalığın ciddiyeti ile ilişki gösteren değer tablosu vardır
- 3 – Kalp hızı ve kan basıncına göre normalize etmeye gerek yoktur
- 4 – Ventriküllerin geometrik şekline bağımlı değildir
- 5 – Hem sol, hem de sağ ventriküle uygulanabilir
- 6 – Hem sistolik, hem de diastolik performansı kapsar

Daha önceden yapılan çalışmalarda MPI'nin genel olarak ventrikül fonksiyonlarını gösteren invaziv olmayan bir yöntem olduğu ispatlanmıştır. Eş zamanlı yapılan invaziv çalışmalarda elde edilen basınç kayıtları ile MPI'nin ilişkili olduğu gösterilmiştir. Doppler ile elde edilen IVCT/ET oranı ile invaziv yöntemle ölçülen (+dP/dt) değerleri ilişkili iken, IVRT / ET oranı ile (-dP / dt) değerleri ilişkili bulunmuştur (43, 44, 45, 46).

MPI ventrikül fonksiyonunu göstermede basit, kantitatif ve geometrik olmayan bir indekstir. Kalp hızından bağımsızdır, çocuklar ve erişkinlerde kolaylıkla elde edilebilir. Ancak yüklenme durumlarının bu indeksi nasıl etkilediği araştırılmalıdır (34).

3. 4 DOKU DOPPLER GÖRÜNTÜLEMESİ

Bu yeni yöntem miyokarttan yansıyan Doppler sinyallerine dayanarak kalp siklusu sırasında miyokard hareketinin kantitatif olarak değerlendirilmesi prensibine dayanmaktadır. İlk kez 1989 yılında Iseaz ve arkadaşları tarafından tanımlanmış, 1992 yılında Mc Dicken ve arkadaşları tarafından klinik kullanıma sokulmuştur (47).

Miyokardın hareketi yüksek genlikte ve düşük hızda sinyallerin yansımaya yol açarken bunun tersine eritrositlerin hareketi düşük genlikte ve kısmen yüksek hızda

sinyallere neden olur. Klasik Doppler incelemelerinde kan akım hızının ölçülmesi amaçlandığından dokulardan yansıyan sinyallerin değil, kan havuzundan yansıyanların kaydedilmesi gerekir. Geleneksel ultrason aletlerinde düşük hızdaki sinyalleri ortadan kaldırmak için yüksek geçiş (high-pass) filtreleri kullanılmakta, kandan yansıyan sinyallerin genliğini artırmak için de “gain” ayarı yüksek tutulmaktadır. Doku Doppler görüntülemesi için yüksek geçiş filtrelerinin devre dışı bırakılması ve “gain”in azaltılması yeterlidir. Miyokardın ortalama hareket hızının belirlenmesinde standart otokorelasyon yöntemi kullanılır ve bilgiler iki boyutlu ya da M-mode formatında renklerle ifade edilir. Miyokard hareketi transdusere doğru ise kırmızı, transduserden uzaklaşıyorsa mavi renktedir. Rengin parlak olması hareket hızındaki artışı yansıtır. Miyokard hareketiyle ilgili veriler spektral pulsed Doppler formatında da gösterilebilir ve miyokarda ait Doppler parametreleri ölçülebilir. Tipik bir spektral görüntüde sistol sırasında sol ventrikülün merkezine yönelen bir sinyal (Sm) ve diyastol sırasında merkezden uzaklaşan iki farklı sinyal (Em: erken diastolde, Am; geç diastolde) gözlenir. İzovolumik kasılma ve gevşeme dönemlerinde başka sinyaller de kaydedilmektedir (22, 48, 49).

3. 4. 1 Doku Dopplerinin Kullanım alanları:

a) İstirahat ve stres testi sırasında LV sistolik fonksiyonunun değerlendirilmesi:
Çeşitli ekokardiyografik inceleme konumlarında (genellikle apikal dört boşluk ve iki boşluk konumları) “sample volüm” septal, lateral, anterior, inferior ve posterior duvar segmentlerine yerleştirilir. Elde edilen hız değerlerine dayanarak sol ventrikülün bölgesel kasılma fonksiyonu yorumlanır. Sistolik fonksiyonun genel değerlendirilmesi için verilerin ortalaması alınır. Doku Doppler incelemesi görüntü kalitesinin kötü olmasından çok fazla etkilenmez. Ayrıca bu yöntemle endokard sınırları da daha iyi belirlenebilmektedir. Bu özellikleri ve kantitatif değerlendirmeye olanak tanınması doku Doppler incelemenin yalnızca istirahatte değil, stres testi sırasında da kullanılmasına yol açmaktadır.

b) Sol ventrikülün diyastolik fonksiyonunun bölgesel ve genel olarak incelenmesi:

Diyastolik zaman aralıklarının ölçümü ve farklı inceleme konumlarından elde edilen hız değerlerinin yorumlanması diyastolik fonksiyonların bölgesel ve genel olarak değerlendirilmesinde yarar sağlar. Doku Doppler incelemesiyle elde edilen sonuçların ön yükten etkilenmemesi diyastolik fonksiyonların yorumlanmasında bir avantaj olarak belirtilmektedir.

c) Sağ koroner arter lezyonlarının tanısında: RV serbest duvar fonksiyonlarının doku Doppler incelemesiyle değerlendirilmesi sağ koroner arter lezyonlarının tanısında yarar sağlayabilir.

d) LA fonksiyonlarının incelenmesi:

Sol ventrikül diyastolik fonksiyonlarının doku Doppler incelemesiyle değerlendirilmesi LA kasılma fonksiyonu hakkında bilgi verebilir.

e) Ritim bozukluklarının değerlendirilmesi: Çeşitli ritim bozukluklarının değerlendirilmesinde ve tedavi yaklaşımlarının uygulanmasında doku Doppler incelemeye elde edilen bölgesel hız değerlerinden yararlanılabilir.

f) Diğer kullanım alanları:

Konstriktif perikardit tanısı, kalp transplantasyonu sonrasında allogreft rejeksiyonunun saptanması ve üç boyutlu ekokardiyografiyle birlikte kullanımı gibi bir çok alanda doku Doppler görüntülenmesiyle ilgili klinik çalışmalar sürmektedir (49, 50, 51).

3. 4. 2 Doku Doppler görüntülemenin (DDG) avantajları (46, 50)

- 1- Transduser ile incelenen bölge arasındaki dokulardan minimal etkilendiği için, iki boyutlu görüntünün kötü olmasına rağmen doku Doppler sinyalleri iyi olarak alınabilir.
- 2- Hareket halindeki bir dokunun 3 dinamiği olan hız, ivme ve yer değiştirme DDG ile kantitatif olarak ölçülebilir.
- 3- 'Pulsed dalga' DDG'nin yüksek zamansal rezolüsyonu nedeniyle hem sistolik hemde diyastolik hemodinamik olayları kantitatif olarak analiz edebilir.
- 4- Miyokardın hem genel hemde segmental sistolik ve diyastolik fonksiyonları kantitatif olarak değerlendirilebilir.
- 5- Ön yük değişikliklerinden etkilenmez.

3. 4. 3 DDG'nin dezavantajları (31, 46)

- 1- Farklı segmentlerden aynı anda kayıt alınamaması
- 2- Miyokardiyal Doppler hızları, kalbin hareketinden ve akinetik segmentin normal olan komşu segmentin hareketinden etkilenebilmesi
- 3- Kalbin rotasyon hareketinden etkilenebilmektedir
- 4- En önemli dezavantajı açığa bağımlı olmasıdır.

5- Belirgin duvar hareket bozukluğu varlığında bulgular olumsuz etkilenebilmektedir. Bu durumda dört bazal segmentin ortalamasının alınarak değerlendirilmesi uygun bir yaklaşım olacaktır.

6- Belirgin intraventriküler iletim bozukluğu olması hatalı sonuçlara neden olabilir.

Tei İndeksi:

Doku Doppler ile ölçülen bu indeks sistolik ve diyastolik miyokardiyal performansı gösterir. Tei indeksi çocuklarda pulsed Dopplerle elde edilen MPİ sonuçlarına uyumluluk göstermektedir. Farklı olarak doku Doppler ile hesaplanmasının yararı, kontraksiyon ve relaksasyon aynı kardiyak siklusta hesaplanabilmektedir (52).

Tei İndeksi: $\frac{a' - b'}{b'}$ olarak hesaplanır.

Formüldeki a' DDG ile ölçülen Am'nin bitişi ile Em'nin başlangıcı arasındaki süre, b' ise Sm (miyokardiyal sistolik dalga velositesi)'nin başi ile bitişi arasındaki süredir (52).

4.MATERYAL VE METOT

4.1 ÇALIŞMA GRUPLARI

Bu çalışmada Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Çocuk Kardiyoloji Polikliniğince Ocak 2000-Mart 2006 tarihleri arasında romatizmal kardit sekeli olarak gelişen mitral yetmezlik (MY) nedeniyle izlenen yaşları 5-15 yaş arasında değişen 30 hasta ve masum üfürüm nedeniyle başvurup ekokardiyografik değerlendirmeleri normal olan 30 çocuk (kontrol grubu, grup 1) ailelerin onayı ve hastanemiz etik kurul kararı alınarak araştırmaya dahil edilmiştir. Çalışmaya alınan hastalar muntazam bir şekilde üç haftada bir İM Benzatin penisilin G profilaksisi alan ve ARA tanıları modifiye Jones kriterlerine göre konulan hastalardı. Hastalar planimetre ile ölçülen yetmezlik jet alanının sol atriyum alanına oranlanması ve regürjitan fraksiyonun hesaplanması ile saptanan mitral yetmezliğin ağırlık derecesine göre 2 gruba ayrılmıştır (11,12,13). Hafif-orta derecede MY bulunan 20 hasta grup 2, ağır derecede MY bulunan 10 hasta grup 3 olarak sınıflandırılmıştır.

Gruplar arasında sonuçları etkileyecek yaş, vücut alanı, kan basıncı, kalp hızı açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($P>0.05$) (Tablo-3).

Tablo-3 Çalışma grupları ve özellikleri

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	P değeri
Grup özelliği	Kontrol	Hafif-orta MY*	Ağır MY	>0.05
Cinsiyet (K/E)	14/16	9/11	4/6	>0.05
Yaş (yıl)	10.73±2.4	10.7±2.6	10.4±2.5	> 0.05
Vücut alanı (m²)	1.06±2.6	1.07±2.7	1.04±2.4	> 0.05
Kan basıncı (mmHg)	85 ± 10	86 ± 8	88 ± 12	> 0.05
Kalp hızı /dk	85 ± 12.5	88 ± 9.5	90 ± 10.5	> 0.05

*MY: Mitral yetmezliği

4.2 EKOKARDİYOĞRAFİK İNCELEME

Hasta ve kontrol grubunun sol ventrikül sistolik ve diyastolik fonksiyonları geleneksel ve doku Doppler yöntemleri ile incelenmiştir.

Ekokardiyografik incelemeler Hawlett-Packard Sonos 5500 ekokardiyografi cihazı ve 2.5 MHz'lik proplar kullanılarak yapılmıştır. Ekokardiyografik incelemeler, American Society of Echocardiography Derneğinin önerdiği standart görüntüleme teknikleri kullanılarak

gerçekleştirilmiştir (53). Tüm görüntüler daha sonra tekrar incelenebilmek amacı ile video-teypte kaydedilmiştir. Ölçümler her hasta için enaz üçer kez yapıлып ve ortalamaları alınmıştır.

Mitral yetmezliğinin ağırlık derecesini değerlendirmek için iki yöntem kullanıldı;

1)Jet alanının sol atriyum alanına oranlamasına göre MY'nin ağırlık derecelendirilmesi (11, 12, 13).

Mitral yetmezlik yüzdesi > % 0-10 ise eser derecede MY

Mitral yetmezlik yüzdesi > %10-20 ise hafif derecede MY

Mitral yetmezlik yüzdesi > %20-40 ise orta derecede MY

Mitral yetmezlik yüzdesi > %40 ise ağır derecede MY

2)Regürjitan fraksiyonuna göre MY'nin ağırlık derecelendirilmesi (11, 12, 13):

Regürjitan fraksiyonu= % 20 ise hafif derecede MY

Regürjitan fraksiyonu= % 20-40 ise orta derecede MY

Regürjitan fraksiyonu= % 40-60 ise orta-ağır derecede MY

Regürjitan fraksiyonu > % 60 ise ciddi MY

Regürjitan fraksiyonu aşağıdaki formüllerle hesaplandı:

$$\text{Sol ventrikül diyastol –sonu volüm} = \left(\frac{7.0}{2.4+\text{diyastol-sonu genişlik}} \right) (D)^3$$

$$\text{Sol ventrikül sistol –sonu volüm} = \left(\frac{7.0}{2.4+ \text{sistol-sonu genişlik}} \right) (D)^3$$

Total atım hacmi = LV diyastol – sonu volüm - LV sistol –sonu volüm

Atım hacmi (SV) =CSA X akım velosite integral (FVI)

Aortanın kesit alını (CSA) = $\pi (D/2)^2$ (cm²)

D: annulus çapı, $\pi=3.14$

Regürjitan atım hacmi=total atım hacmi - atım hacmi

Regürjitan fraksiyonu (RF) =Regürjitan atım hacmi / Total atım hacmi

Sol ventrikülün M-mode ölçümleri parasternal uzun-aks pozisyonlarında mitral kapak ekosu ile papiller adeleler arasından yapıldı ve LV'ün diyastol ve sistol sonu genişliği, septum ve sol ventrikülün arka duvar kalınlığı ölçüldü.

Diyastol-sonu genişlik: EKG'de R dalgasının tepe noktası hizasında IVS'nin sol taraftaki endokardından arka duvar endokardına kadar olan genişlik ölçülerek bulunmuştur (18).

Sistol- sonu genişlik: IVS' nin aşağı doğru olan en uç hareketinden ölçülerek bulunur (18).

Septum kalınlığının ölçülmesi : EKG'de R dalgasına tekabül eden yerden IVS'nin sağ ventrikül tarafından IVS'nin sol ventrikül tarafına kadar olan mesafe olarak değerlendirildi (20,21).

Sol ventrikül arka duvar kalınlığı: Parasternal uzun aksta sol ventrikül arka duvarında endokard ile epikard arasındaki dikey mesafe ölçüldü . Sol ventrikülün sistolik ve diyastolik fonksiyonları geleneksel ve doku Doppler yöntemleri ile incelendi. Doku Doppler ekokardiyografik incelemeler pulsed Dopplerle apikal 4-boşluk pozisyonda yapıldı. Sample volüm (2-5 mm), mitral annulusun septal ve lateral kenarına yerleştirildi. DDG sinyal kalitesini ideale getirmek için Doppler ışınları miyokard duvar segmentine mümkün olduğu kadar paralel hale getirildi. Doppler ışını ile ventrikülün uzunlama hareketi arasındaki açı mümkün olduğunca ufak tutuldu (17,18,19,20,21).

Doppler velositesinin strip chard kayıtları 50mm/s ve 5ms time rezolüsyonda kayıt yapıldı. Doppler sinyal kalitesi Nyquist limiti 10-30cm/s indirilerek sweep speed en az 100mm/s indirilerek elde edildi (20,23).

SİSTOLİK PARAMETRELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sol ventrikül sistolik parametrelerin geleneksel yöntemlerle değerlendirilmesi:

Ejeksiyon fraksiyonu ve fraksiyonel kısalma, preejeksiyon periyodu (PEP), ejeksiyon zamanı (ET), PEP/ET oranı, aortik peak-flow velosite, aortik flow velosite integral, akselerasyon zamanı, aortik distansibilite, kardiyak indeks, interventriküler septumun kalınlaşma yüzdesi, sol ventrikül arka duvarının sistolik duvar kalınlaşma yüzdesi, sol ventrikül sistol-sonu meridyonal duvar stresi, çembersel liflerin kısalma ortalaması, ortalama akselerasyon gibi sistolik fonksiyonları gösteren parametreler ölçülmüştür.

Ejeksiyon fraksiyonu (EF):

Ejeksiyon fraksiyonu hesaplanmasında volümler kullanıldı (19):

$$EF = \frac{LV \text{ diyastol- sonu volüm} - LV \text{ sistol-sonu volüm}}{\text{Diyastol-sonu volüm}} \times 100$$

Diyastol-sonu volüm

Ejeksiyon fraksiyonu için %56 ile %78 (ortalama %67±8) arası normal değerler olarak kabul edildi (20,22).

Fraksiyonel kısalma (FS):

Fraksiyonel kısaltmayı hesaplamak için çap ölçümleri kullanıldı (18,22).

$$FS = \%100 \times \frac{LVDSG - LVSSG}{LVDSG}$$

LVDSG= Sol ventrikül diyastol-sonu kavite genişliği

LVSSG =Sol ventrikül sistol-sonu kavite genişliği

FS'nin normali 0.36±0.04 olarak kabul edildi (18).

Ejeksiyon zamanı (ET) (sn): Aort kapağının açılışından kapanışına kadar olan süre şeklinde ölçüldü (23).

Pre-ejeksiyon periyodu (PEP) (sn): EKG'deki Q dalgasının başlangıcından aort kapağının açılmasına kadar olan mesafe olarak kabul edildi (23).

Aortik peak-flow velosite: Ascending aorta velositeleri suprasternal çentikten pulsed Doppler ile ölçüldü(12).

Akım velosite integral (FVI): Akım velosite kurvesinin altındaki alanın elle çizilmesi ile elde edildi (12).

Akselerasyon zamamı (AT): Aortik velosite kurvesinin başlangıcından tepe noktasının baseline üzerine olan izdüşümüne kadarki mesafe olarak ölçüldü (12).

Aortanın çapı : İki- boyutlu eko ile aortik valv annulusundan içten içe ölçülerek bulunmuştur (12).

Aortik distansibilite= (sistolik-diyastolik aortik çapı)/diyastolik aortik çapx nabız basıncı formülü ile hesaplanmıştır (12).

Kardiyak indeks (CI)= Kalp debisi (CO) (L/dk)/Vücut yüzey alanı (m²) formülü ile hesaplandı (16).

Kalp debisi (lt/dk)= Atım hacmi X kalp hızı (dk) formülü ile hesaplandı (12,25).

Sol ventrikül kitlesi (23):

Diyastol-sonu olarak ölçülen sol ventrikül arka duvar kalınlığı (LVDSAD), septum kalınlığı (IVSDS) ve sol ventrikül minor aksı (LVDSG) ile şu formülle hesaplandı.

$$LV \text{ kitlesi} = (1.05) \{ (LVDSG) + (LVDSAD) + (IVSDS) \}^3 - (LVDSG) - 149$$

Minör aks ölçümleri sol ventrikülün kısa aks pozisyonundaki görüntüsünden papiller adele düzeyinden yapıldı (20).

Sol ventrikül arka duvarının sistolik duvar kalınlaşma yüzdesi) (%WT):

%WT = %100X LVSSAD – LVDSAD / LVDSAD formülü ile hesaplandı (21,22).

LVSSAD = Sistol-sonu LV arka duvar kalınlığı

LVDSAD = Diyastol-sonu LV arka duvar kalınlığı

LV sistol-sonu meridional duvar stresi (LVSSS stress) (g/cm²): Aşağıdaki formülle hesaplandı.

$$LVSS_{\text{STRESS}} = \{ (1.35) (MBP)(LVSSG) \} / \{ (4) (LVSSAD) (1 + LVSSAD / LVSSG) \}$$

(19,23).

MBP=ortalama kan basıncı= 2DBP(diyastolik kan basıncı)+SBP(sistolik kan basıncı)/3
(19,23).

1.35= mmHg cinsinden basıncı g/cm² 'ye çevirmek için gerekli faktör (19,23).

Çembersel liflerin kısalma ortalaması (mean Vcf):

mean Vcf = LV diyastoldeki iç çapı-sistoldeki iç çapı/ LV diyastoldeki iç çapıXET
formülü ile hesaplandı (20).

Ortalama akselerasyon(MA_c)= APV (aortik peak flow velosite)/AT (akselerasyon zamanı) (m/saniye)² (23).

İzovolumik kasılma zamanı (IVCT): Mitral kapağın kapanma noktası ile aort kapağının açılma noktası arasındaki horizontal uzaklıktır (17).

Sistolik parametrelerin doku Doppler yöntemi ile ölçülmesi :

İzovolumik kontraksiyon zamanı (IVCTm): Am dalgasının bitiminden Sm dalgasının başlangıcına kadar geçen süre olarak ölçüldü (54).

Miyokardiyal sistolik dalga velositesi (Sm): Doku Doppler görüntülemeye izoelektrik hattın üstündeki ilk pozitif dalganın velositesi olarak değerlendirildi(55, 56).

Miyokardiyal kontraksiyon zamanı (CTm): Sm nin başlangıcından bitimine kadar geçen süre olarak kabul edildi (55).

IVCT m/ CTm: Bu oran standart Doppler yöntemi ile elde edilen LV preejeksiyon periyodunun /ejeksiyon zamanına olan oranına tekabül etmektedir (55).

SOL VENTRİKÜLÜN DİYASTOLİK FONKSİYONLARI

Sol ventrikülün diyastolik fonksiyonları geleneksel ve doku Doppler yöntemleri ile değerlendirildi.

Geleneksel yöntemlerle sol ventrikül diyastolik parametrelerinin değerlendirilmesi:

Sol ventrikül izovolumik gevşeme zamanı (IVRT): Apikal 5-boşluk pozisyonda sol ventrikülün giriş ve çıkışını görecektir şekilde pulsed Doppler sample volüm anterior mitral leafletin tam altına yerleştirilerek aort kapağının kapanışı ve mitral kapağın açılışı eş zamanlı olarak kaydedildi. Aortik kapak kapanmasından diyastolik mitral akım velositesinin yukarı doğru ilk çıkan kısmı ile arasında kalan mesafe izovolumik gevşeme zamanı olarak ölçüldü (15, 27).

Mitral akım velositeleri: Mitral akım, apikal 4-boşluk pozisyonda, sample volüm mitral kapağın uç kısmına konularak pulsed Doppler ile alındı. Işının kan akımına paralel gelmesinde renkli Doppler yol gösterici olarak kullanıldı (57). Diyastolik erken doluş peak velositesi (E), Diyastolik geç doluş peak velositesi (A), E/A oranı ve total diyastolik doluşun zaman velosite integrali (VTI-TD) ölçüldü (23).

Atriyum dolum fraksiyonu (AFF):

A-dalgasının zaman-velosite integralinin/total diyastolik doluşun zaman-velosite integrale bölümünün yüzde olarak ifade edilmesi olarak ölçüldü (27).

A dalga süresi (A dur): A dalgasının başlangıcından bitimine kadar olan mesafe olarak ölçüldü (23).

E dalgasının dekselerasyon zamanı (E-des) : E dalgasının peak noktasının baseline üzerine olan izdüşümünden E dalgasının dekselerasyon omzundan teğet çizilen bir çizginin baseline'ı kestiği yer arasındaki mesafe olarak değerlendirildi (27,28).

Total diyastolik doluş süresi (TDDS): E dalgasının başından, A dalgasının sonuna kadar geçen zaman olarak ölçüldü (27,28)

Miyokardiyal performans indeksi (MPI):

MPI= izovolumik kasılma zamanı + izovolumik gevşeme zamanı/ejeksiyon zamanı formülü ile hesaplandı (58).

Doku Doppler ile diyastolik parametrelerin değerlendirilmesi:

Miyokardiyal erken peak velositesi (Em) : EKG'deki P dalgasından hemen sonra görülen ilk negatif dalga diyastolun ilk dalgası olarak kabul edildi (55, 56).

Atriyal sistol peak velositesi (Am): Diyastolik fazda EKG'deki P dalgasından hemen sonra görülen ikinci negatif dalga olarak değerlendirildi (59). Em/Am oranı hesaplandı.

İzovolumik relaksasyon zamanı (IVRTm): Sm'nin sonu ile Em'nin başlangıcı arasındaki süre olarak ölçüldü (54, 55, 60).

Tei indeksi :

Tei indeksi iki basit interval ölçümünden hesaplandı (52).

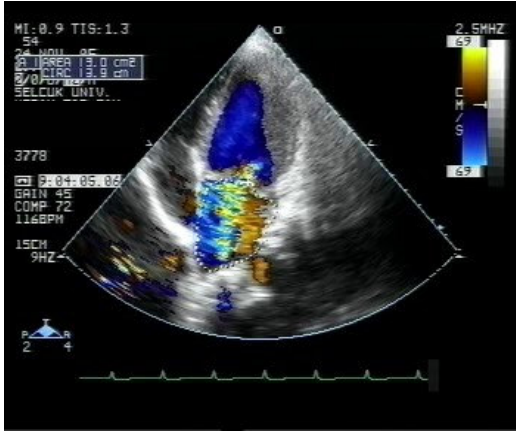
$$\text{Tei indeksi} = (a' - b')/b'$$

a' = Am'nin bitişi ile Em'nin başlangıcı arasındaki süre

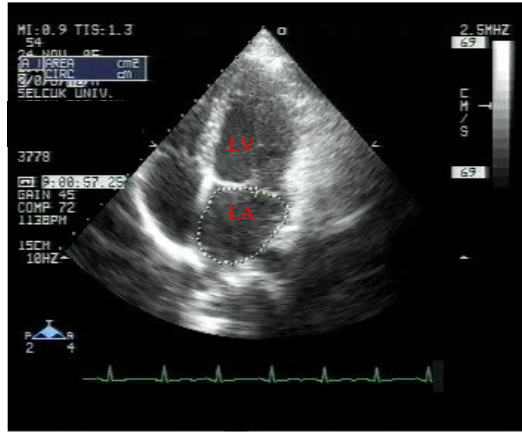
b' = Sm dalgasının başlangıç ve bitişi arasındaki süre (52).

4.3 İSTATİSTİKSEL İNCELEME

Bulgular ortalama \pm standart sapma (SD) olarak verildi. İstatistik olarak SPSS 13.0 versiyonu kullanıldı. Gruplar arasında varyans homojenliği sağlanan değişkenler tek yönlü varyans analizine alındı. İstatistiksel anlamlılık değeri için $p \leq 0.05$ alındı Varyansların homojen olmadığı değişkenler için Kruskal-Wallis testi uygulandı. Kruskal-Wallis testinde anlamlı fark bulunan değişkenler için gruplar arası karşılaştırmada Mann-Whitney-U testi kullanıldı. Mann-Whitney-U testinde anlamlılık düzeyi $P \leq 0.01$ olarak kabul edildi.

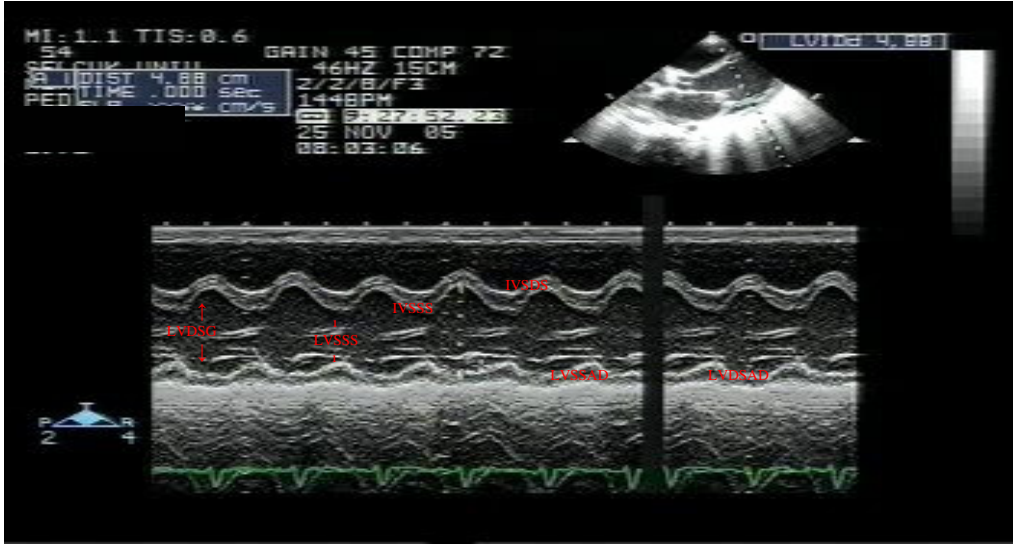


sağ



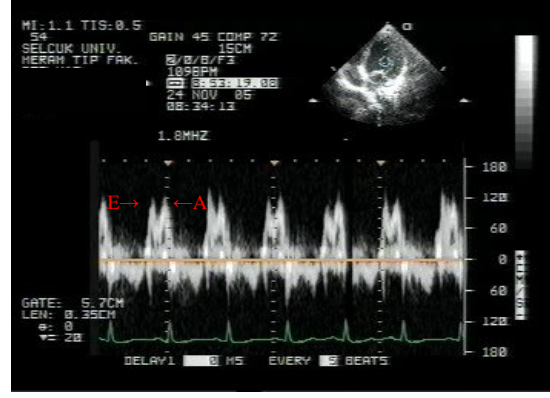
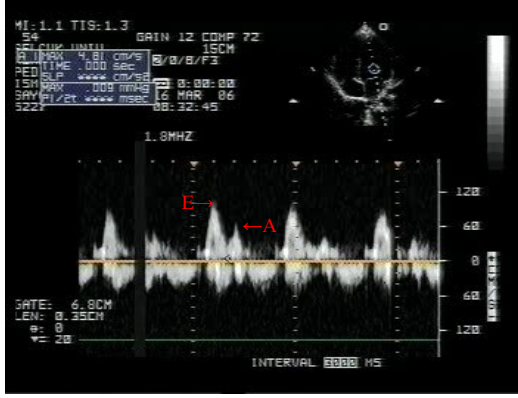
sol

Şekil 6 Ağır MY'li bir hastada regürjitan jet alanı(sağda) ve LA alanı(solda)



Şekil 7 Ağır MY'li bir hastada sol ventrikül M-Mode ekoardiyografi ölçümleri

LVDSG: LV diyastol sonu genişlik, LVSSG: LV sistol sonu genişlik, LVDSAD: Sol ventrikülün diyastol sonu arka duvar kalınlığı, LVSSAD: Sol ventrikülün sistol sonu arka duvar kalınlığı, IVSDS: Septumun diyastol sonu kalınlığı, IVSSS: Septumun sistol sonu kalınlığı



sağ

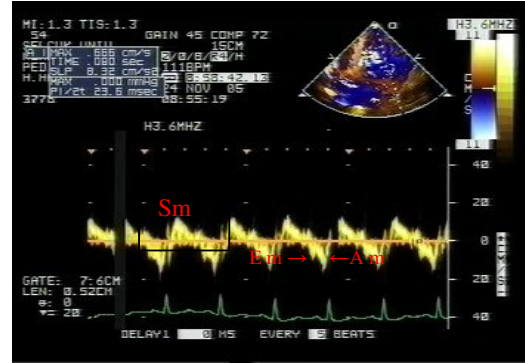
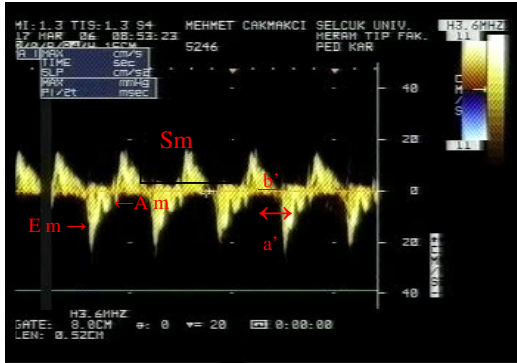
sol

Şekil 8 Mitral akım ölçümleri

Sağdaki resim normal bir çocukta mitral akım kayıtları

Soldaki resim ağır MY'li bir hastada mitral akım kayıtları (E/A oranı tersine dönmüş)

E: Mitral kapağın diyastolik erken doluş peak velositesi , A: Mitral kapağın diyastolik geç doluş velositesi



Sağ

sol

Şekil 9 DDG ile apikal dört boşlukta mitral anulüs hareketleri

Sağdaki resim normal bir çocukta DDG ile apikal dört boşlukta mitral anulüs hareketleri

Soldaki resim ağır MY'li bir hastada DDG ile apikal dört boşlukta mitral anulüs hareketleri

Em: Miyokardiyal erken peak velosite , Am :Atriyal sistol peak velositesi, a':Am bitişi-Em başı arası süre, b': Sm başı ile bitişi arası süre Sm: Miyokardiyal sistolik dalga velositesi

5. BULGULAR

5.1 SOL VENTİKÜL VE AORTİK ANNULUS ÇAP ÖLÇÜMLERİ

Romatizmal kardit sekeli olarak mitral yetmezliği gelişen hastalar ve sağlıklı kontrol vakalarının yapılan ekokardiyografik incelemelerinde sol ventrikül diyastol sonu ortalama genişlik değerlerinin kontrol grubunda 3.9 ± 0.39 cm iken grup 2’de (4.3 ± 0.42 cm) ve 3’te (4.62 ± 0.8 cm) giderek artış gösterdiği tablo-4’te görülmektedir. Ancak bu artış farkı sadece kontrol grubu ile grup 3. arasında anlamlı bulunmuştur ($P=0.008$). Sol ventrikül sistol sonu ortalama genişlikleri açısından da gruplar arasında aynı ilişki tespit edilmiştir. Tablo-4’de görüldüğü gibi ortalama sol ventrikül sistol sonu genişlik, kontrol grubunda 2.43 ± 0.25 cm iken, grup 2’de (2.71 ± 0.33 cm) ve 3’te (2.81 ± 0.5 cm) giderek artış göstermiş ancak istatistiksel olarak anlamlı farklılık sadece kontrol grubu ile grup 3 arasında bulunmuştur ($P = 0.01$). Aynı şekilde sol ventrikülün sistol sonu arka duvar kalınlığı, septumun sistol ve diyastol sonu kalınlıkları, aortik anülüsün sistol ve diyastolik çap ölçümleri gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir ($P>0.05$). Buna karşın sol ventrikül arka duvarının diyastol sonu kalınlığı grup 3’de kontrol grubuna göre anlamlı olarak artmış bulunurken ($P = 0.05$) diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($P>0.05$) (Tablo-4).

Tablo- 4: Sol ventrikül ve aortik annulus çap ölçümleri

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	P değeri (grup 1-2)	P değeri (grup1-3)	P değeri (grup 2-3)
LVDSG (cm)	3.9 ± 0.39	4.3 ± 0.42	4.62 ± 0.8	>0.01	0.008^*	>0.01
LVSSG (cm)	2.43 ± 0.25	2.71 ± 0.33	2.81 ± 0.5	>0.01	0.01^*	>0.01
LVDSAD(cm)	0.58 ± 0.11	0.62 ± 0.09	0.65 ± 0.1	>0.05	0.001^*	>0.05
LVSSAD(cm)	0.95 ± 0.13	1.03 ± 0.12	1.03 ± 0.14	>0.05	>0.05	>0.05
IVSSS (cm)	1.03 ± 0.16	0.98 ± 0.12	0.96 ± 0.11	>0.05	>0.05	>0.05
IVSDS (cm)	0.65 ± 0.13	0.61 ± 0.11	0.61 ± 0.1	>0.05	>0.05	>0.05
AADS (cm)	1.66 ± 0.25	1.82 ± 0.21	1.76 ± 0.29	>0.05	>0.05	>0.05
AASS (cm)	1.33 ± 0.22	1.52 ± 0.19	1.45 ± 0.27	>0.05	>0.05	>0.05

*İstatistiksel olarak anlamlı olanlar

LVDSG:LV diyastol sonu genişlik, **LVSSG:** LV sistol sonu genişlik, **LVDSAD:**Sol ventrikülün diyastol sonu arka duvar kalınlığı , **LVSSAD :** Sol ventrikülün sistol sonu arka duvar kalınlığı, **VSDS:**Septumun diyastol sonu kalınlığı, **IVSSS :** Septumun sistol sonu kalınlığı, **AADS :** Aortik annulusun diyastolik çapı , **AASS :** Aortik anülüsün sistolik çapı

5.2 SOL VENTRİKÜLE AİT SİSTOLİK PARAMETRELER

Geleneksel yöntemlerle ölçülen sistolik parametreler:

EF ve FS ile ölçülen sol ventrikülün sistolik fonksiyonları normal sınırlarda bulunmuş ve gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($P>0.05$). Sol ventrikül kitlesi grup 3'te kontrol grubu ve grup 2'den anlamlı olarak daha fazla bir artış göstermiştir (ilki için $P=0.000$, ikincisi için $P=0.001$) (tablo-5).

Pre-ejeksiyon periyodu (PEP), ejeksiyon zamanı (ET), PEP/ET oranı, akselerasyon zamanı, interventriküler septumun kalınlaşma yüzdesi, sol ventrikül arka duvarının sistolik kalınlaşma yüzdesi, sistol sonu meridyonal duvar stresi, çembersel kısalmanın ortalama hızı, ortalama akselerasyon, kalp debisi, kardiyak indeks, aortik distansibilite açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tesbit edilmemiştir ($P>0.05$) (tablo-5).

İzovolumik kasılma zamanı grup 3'te (58.3 ± 9.3 msn) kontrol grubuna göre anlamlı bir artış göstererek ($P=0.008$) en yüksek değere ulaştığı tablo-5'te görülmektedir.

Doku Doppler ile ölçülen sistolik parametreler:

Doku Doppler ile bakılan miyokardiyal sistolik dalga velositesi (S_m), lateral ve septal kenarda grup 2 ve 3'te kontrol grubuna göre artış gösterdi ancak anulusun her iki kenarında sadece grup 3'teki S_m değeri kontrol grubundan anlamlı olarak daha yüksek bulundu (lateral kenar için $P=0.01$, septal kenar için $P=0.000$). Ayrıca septal kenarda S_m değeri grup 3'te grup 2'den anlamlı olarak daha yüksek değerlere ulaştı ($P=0.000$) (tablo-6).

S_m 'nin başı ile bitişi arasındaki süre (b') (CT_m) ile ilgili en düşük ortalama değer grup 3'te saptandı (lateral kenarda 237.1 ± 44.6 msn, septal kenarda 243.6 ± 35.8 msn). Lateral ve septal kenarda grup 3'te kontrol grubundan anlamlı olarak daha kısa bulundu (her ikisi için $P=0.001$) (tablo-6).

İzovolumik kasılma zamanı ($IVCT_m$), lateral ve septal kenarda grup 2 ve 3'te kontrol grubuna göre giderek artış gösterdi. Her iki kenarda grup 3'te kontrol grubuna göre anlamlı bir yükseliş izlendi (lateral kenar için $P=0.006$, septum için $P=0.01$) (Tablo-6).

$IVCT_m / CT_m$ oranı lateral ve septal kenarda grup 3'te, kontrol ve grup 2'den daha yüksek bulunmuştur (lateral kenarda her ikisi için $P=0.01$, septal kenarda ilki için $P=0.009$, ikincisi için $P=0.01$) (tablo-6).

Tablo- 5 Sol ventriküle ait geleneksel yöntemlerle ölçülen sistolik parametreler

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	P değeri (grup 1-2)	P değeri (grup1-3)	P değeri (grup 2-3)
EF	68.2±3.8	66.6 ±4.3	68±3.9	>0.05	>0.05	>0.05
FS	38.1±2.1	37±3.2	37.9±3.1	>0.05	>0.05	>0.05
LV KİTLESİ (g/m ²)	71.8±8.3	73.3±10.6	162.9±21.2	>0.01	0.000*	0.001*
LVPEP(msn)	51.5±8.4	49.3±11.9	48.6±5.7	>0.05	>0.05	>0.05
ET (msn)	29±1.7	27±1.9	24±2.8	>0.05	>0.05	>0.05
LVPEP /LVET	0.19±0.029	0.20±0.03	0.19±0.029	>0.05	>0.05	>0.05
AT (msn)	81.1±8.1	82.9±10.8	76.9±12.7	>0.05	>0.05	>0.05
%IVS	64.9±10.8	61.4±10.4	58.3±9.8	>0.05	>0.05	>0.05
% WT	62.2±8.5	64.2±7.8	66.1±11.8	>0.05	>0.05	>0.05
LVSS stres (g/cm ²)	93.3±10.1	95.5±25.7	96.5±19.1	>0.05	>0.05	>0.05
Mean Vcf	0.10±0.03	0.10±0.02	0.09±0.03	>0.05	>0.05	>0.05
MA _c (m/saniye ²)	15.8±1.9	13.8±2.15	15.3±3.3	>0.05	>0.05	>0.05
CO (lt/dk)	4.09±0.76	4.2±0.59	3.86±1.05	>0.05	>0.05	>0.05
CI(lt/dk/m ²)	3.9±0.45	3.6±0.49	3.73±0.59	>0.05	>0.05	>0.05
AD	7.4±0.92	7.7±1.7	7.26 ±1.05	>0.05	>0.05	>0.05
IVCT(msn)	49.5±7.5	51.8±6.9	58.3±9.3	>0.05	0.008*	>0.05

*istatistiksel olarak anlamlı olanlar

EF : Ejeksiyon fraksiyonu, **FS** : Kısalma fraksiyonu, **LVPEP**: Sol ventrikül preejeksiyon periyodu, **IVCT**: İzovolumik kasılma zamanı, **ET**: Ejeksiyon zamanı, **AT**:Akselerasyon zamanı, **% IVS** : IVS'nin kalınlaşma yüzdesi , **% WT** :Sol ventrikül arka duvarının sistolik duvar kalınlaşma yüzdesi **LVSS stress** :Sol ventrikül sistol sonu meridyonal duvar stresi **Mean Vcf** : Çembersel kısalmanın ortalama hızı, **MA_c** : Ortalama akselerasyon, **CO** : Kalp debisi ,**CI**: Kardiyak indeks , **AD**:Aortik distansibilite

Tablo- 6 Sol ventriküle ait doku Doppler ile ölçülen sistolik parametreler

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	P değeri	P değeri	P değeri
				(grup 1-2)	(grup1-3)	(grup 2-3)
Sm septal (cm/s)	8.6±0.78	8.7±0.83	10.2±0.86	>0.05	0.000*	0.000*
Sm lateral (cm/s)	9.92±1.7	10.8±1.6	11.1±1.6	>0.05	0.01*	>0.05
b'septal (msn)	283.6±15.6	274.7±25.6	243.6±35.8	>0.01	0.001*	>0.01
b'lateral (msn)	288.3±15.5	278.3±27.5	237.1±44.6	>0.01	0.001*	>0.01
IVCTm septal (msn)	52.3±6.3	52.2±6.6	57.6±11.2	>0.01	0.01*	>0.01
IVCTmlateral (msn)	52.3±7.2	54.7±7.3	59.9 ±13.3	>0.01	0.006*	>0.01
IVCTm / CTm _{septal}	0.19±0.019	0.19±0.018	0.27±0.01	>0.01	0.009*	0.01*
IVCTm/CTm _{lateral}	0.19±0.018	0.18±0.018	0.28±0.013	>0.01	0.01*	0.01*

*istatistiksel olarak anlamlı olanlar

Sm: Miyokardiyal sistolik dalga velositesi , **IVCTm:** İzovolümik kasılma zamanı, **b':** Sm başı ile bitişi arası süre

5.3 SOL VENTRİKÜLE AİT DİYASTOLİK PARAMETRELER

Geleneksel yöntemlerle ölçülen diyastolik parametreler:

E-dalga velositesi, grup 3'te en yüksek değere ulaştı (134.5± 25 cm/s). E-dalga velositesi, grup 3'te kontrol ve grup 2'den daha yüksek olduğu görülmüştür (herikisi için P=0.001) (tablo-7).

A-dalga velositesi, grup 3'te en yüksek değere ulaşarak (106.9± 30.7 cm/s), grup 3'te kontrol ve grup 2'den anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (herikisi için P=0.000) (tablo-7).

E/A oranı grup 3'te en düşük değerde bulunmuş olup (1.31±0.33), grup 3'te kontrol ve grup 2'den anlamlı olarak daha düşük saptanmıştır (ilki için P=0.000, ikincisi için P=0.007) (tablo-7).

E-dalgasının dekselerasyon zamanı (E- des), için en düşük değer grup 3'te saptandı (80±39.1msn), grup 3'te kontrol ve grup 2'den (ilki için P=0.001, ikincisi için P=0.005), ve grup 2 de kontrol grubundan anlamlı olarak daha kısa bulunmuştur (P=0.005) (tablo-7).

A-dalga süresinin (A- Dur), en düşük değeri grup 3'te saptandı (101±15.9msn), grup 3'te kontrol ve grup 2'den (ilki için P=0.000, ikincisi için P=0.001) ve grup 2'de kontrol grubundan anlamlı olarak daha kısa olduğu (P=0.03) tablo-7'de görülmektedir .

Total diyastolik doluş süresi (TDDS), grup 3'te en kısa değerlere ulaştı (287.2±86.7msn) grup 3'te kontrol ve grup 2'den (ilki için P=0.001, ikincisi için P= 0.007) ve grup 2'de kontrol grubundan daha kısa bulundu (P=0.007) (tablo-7).

Total diyastolik doluşun zaman velosite integrali (VTI-TD), grup 3'te kontrol grubundan anlamlı olarak daha yüksek olduğu tablo-7'de izlenmektedir (P=0.006).

Atriyum dolum fraksiyonu (AFF) (%), grup 3'te kontrol ve grup 2'ye göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (ilki için P= 0.000, ikincisi için P=0.002)(tablo-7).

İzovolumik gevşeme zamanı grup 3'de (61.6± 7.5) kontrol ve grup 2'den anlamlı olarak daha uzun bulunmuştur (ilki için P=0.04, ikincisi için P=0.001)

Tablo- 7 Sol ventriküle ait geleneksel yöntemlerle ölçülen diyastolik parametreler

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	P değeri (grup 1-2)	P değeri (grup 1-3)	P değeri (grup 2-3)
E (cm/s)	97.5±6.07	99.6±14.9	134.5±25	>0.01	0.001*	0.001*
A (cm/s)	51.8±4.2	56.3±9.2	106.9±30.7	>0.01	0.000*	0.000*
E / A	1.89±0.22	1.78±0.21	1.31±0.33	>0.01	0.000*	0.007*
E-Des (msn)	112.9±14.2	101.9±14.05	80±39.1	0.005*	0.001*	0.005*
A-Dur (msn)	125.7±13.5	115.8±11.5	101±15.9	0.03*	0.000*	0.001*
TDDS (msn)	401.3±34.4	375±50.3	287.2±86.7	0.007*	0.001*	0.007*
VTI-TD	20.2±2.47	20.2±3.5	24.8±8.4	>0.01	0.006*	>0.01
AFF(%)	29±2.7	29±3.3	37±0.7	>0.01	0.000*	0.002*
IVRT(msn)	56.2±5.2	54.9±6.3	61.6± 7.5	>0.05	0.04*	0.001*

*İstatistiksel olarak anlamlı olanlar

E : Mitral kapağın diyastolik erken doluş peak velositesi, **A**: Mitral kapağın diyastolik geç doluş peak velositesi **E-des** : E dalgası dekselerasyon zamanı, **A-dur** :A dalga süresi , **TDDS**:Total diyastolik duruş süresi, **VTI-TD**:Total diyastolik doluşun zaman velosite integrali, **AFF**: Atriyum dolum fraksiyonu **IVRT**: İzovolumik gevşeme zamanı

Doku Doppler ile ölçülen diyastolik parametreler:

İzovolumik gevşeme zamanı (IVRTm) lateral ve septal kenarda grup 3'te kontrol grubundan anlamlı olarak daha uzun bulundu (herikisi için P=0.004). Ayrıca septal kenarda grup 3'te grup 2'den anlamlı olarak daha uzun olduğu izlendi (P=0.002) (tablo-8 ve 9).

Miyokardiyal erken peak velositesi (Em) açısından lateral ve septal kenarda gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadı (P>0.05) (tablo-8 ve 9).

Atriyal sistol peak velositesi (A_m) lateral ve septal kenarda en yüksek değere grup 3'te ulaştı. Lateral ve septal kenarda grup 3'te kontrol ve grup 2'den daha yüksek bulundu (lateral kenarda herikisi için $P= 0.000$, septal kenarda ilki için $P=0.001$ ikincisi için $P=0.000$)(tablo-8 ve 9).

E_m / A_m oranı için lateral ve septal kenarda en düşük değere grup 3'te ulaşıldı, grup 3'te kontrol ve grup 2'den anlamlı olarak daha düşük bulundu (hepsi için $P= 0.000$)(tablo 8-9).

Geleneksel ve doku Doppler yöntemlerinin birlikte kullanımı ile ilgili diyastolik parametreler :

E/E_m oranı, lateral ve septal kenarda grup 3'te kontrol ve grup 2'den anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (hepsi için $P=0.000$) (tablo-8 ve 9).

Tablo- 8 Sol ventriküle ait doku Doppler ile ölçülen diyastolik parametreler (lateral kenar)

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	P değeri (grup 1-2)	P değeri (grup1-3)	P değeri (grup 2-3)
IVRTm(msn)	53.4±7.5	50.8±7.3	57.6±8.7	>0.01	0.004*	>0.01
Em(cm/s)	17.6±1.8	17.9±1.8	15.8±4.2	>0.05	>0.05	>0.05
Am(cm/s)	7.1±0.8	7.55±1.3	13.9±3.7	>0.01	0.000*	0.000*
E_m / A_m	2.54±0.33	2.45±0.51	1.4±0.65	>0.01	0.000*	0.000*
E / E_m	5.48±0.40	5.61±1.01	9.5±3.3	>0.01	0.000*	0.000*

*istatistiksel olarak anlamlı olanlar

IVRTm: İzovolümik gevşeme zamanı, **Em:** Miyokardiyal erken peak velosite (Em velositesi), **Am:**Atriyal sistol peak velositesi

Tablo- 9 Sol ventriküle ait doku Doppler ile ölçülen diyastolik parametreler (septal kenar)

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	P değeri (grup 1-2)	P değeri (grup1-3)	P değeri (grup 2-3)
IVRTm(msn)	51.4±6.9	49.9±6.7	64.3±12.7	>0.01	0.004*	0.002*
Em(cm/s)	14.1±1.06	13.7±1.45	12.3±2.7	>0.05	>0.05	>0.05
Am(cm/s)	6.5±0.55	6.9±0.86	11.3±2.6	>0.01	0.001*	0.000*
E_m / A_m	2.15±0.20	2.01±0.28	1.18±0.51	>0.01	0.000*	0.000*
E / E_m	6.93±0.62	7.21±1.17	10.9±2.71	>0.01	0.000*	0.000*

*istatistiksel olarak anlamlı olanlar

IVRTm: İzovolümik gevşeme zamanı, **Em:** Miyokardiyal erken peak velosite (Em velositesi), **Am:**Atriyal sistol peak velositesi

5.4 SİSTOLİK VE DİYASTOLİK PARAMETRELERİN BİRLİKTE DEĞERLENDİRİLMESİ

Geleneksel yöntemlerle değerlendirme :

En yüksek miyokardiyal performans indeksi (MPI) değeri grup 3'te bulunmuştur (0.50±0.07). MPI değerinin grup 3'te kontrol ve grup 2'den anlamlı olarak daha yüksek olduğu tablo-10'da görülmektedir (her ikisi için P=0.000)(tablo 10).

Doku Doppler ile değerlendirilme:

A_m bitişi- E_m başı arasındaki süre (a'), grup 3'te en düşük değerde bulundu (lateral kenarda 345.2±49.5msn, septal kenarda 359.3± 44.4msn). Lateral ve septal kenarda grup 3'te kontrol ve grup 2'den anlamlı olarak daha kısa saptandı (lateral kenarda her ikisi için P= 0.03, septal kenarda her ikisi için P=0.01).

Tei indeksi lateral ve septal kenarda grup 3'te kontrol grubundan (lateral kenar için P=0.002, septal kenar için P=0.000) ve grup 2'den anlamlı olarak daha yüksek saptandı (lateral kenar için P =0.006, septal kenar için P=0.001) (tablo-10).

Tablo- 10 Geleneksel ve doku Doppler ile sistolik ve diyastolik parametrelerin birlikte değerlendirilmesi

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	P değeri (grup 1-2)	P değeri (grup1-3)	P değeri (grup 2-3)
MPI	0.35±0.019	0.37±0.025	0.50±0.07	>0.01	0.000*	0.000*
a' (msn) _{lateral}	389.6±26.2	363.1±67.1	345.2±49.5	>0.05	0.03*	0.03*
a' (msn) _{septal}	386.2±20.4	375.1±35.3	359.3±44.4	>0.05	0.01*	0.01*
Tei indeksi _{lateral}	0.35±1.65	0.36±0.14	0.48±0.16	>0.01	0.002*	0.006*
Tei indeksi _{septal}	0.35±1.4	0.35±0.19	0.46±0.12	>0.01	0.000*	0.001*

*istatistiksel olarak anlamlı olanlar

CT_m : Sm başı ile bitişi arası süre, **IVCT_m**: İzovolümik kasılma zamanı, **MPI**: Miyokardiyal performans indeksi

6.TARTIŞMA VE SONUÇ

Mitral yetmezliği bulunan hastalarda sol ventrikülün sistolik fonksiyonlarının bozulmadan cerrahi tedaviye verilmesi önemlidir. Mitral yetmezlikli hastalarda sol ventrikülün fonksiyon bozukluğunu göstermede ve ameliyat zamanının belirlenmesinde sol ventrikülün ejeksiyon fraksiyonu ve sistol-sonu genişlik ölçümleri en sık olarak kullanılmaktadır. Grup 3'te M-mode ile ölçülen sol ventrikülün diyastol ve sistol sonu genişliği ve sol ventrikül kitlesi kontrol grubuna göre anlamlı olarak artmış bulunmuştur (ilki için $P= 0.008$, ikincisi için $P=0.01$, üçüncüsü için $P=0.000$), (Tablo 4). Ejeksiyon fraksiyonu ve fraksiyonel kısalma normal sınırlarda olup, pre-ejeksiyon periyodu (PEP), ejeksiyon zamanı (ET), PEP/ET oranı, aortik peak flow-velosite, aortik flow velosite integral, akselerasyon zamanı, aortik distansibilite, kardiyak indeks, interventriküler septumun kalınlaşma yüzdesi, sol ventrikül arka duvarının sistolik kalınlaşma yüzdesi, sol ventrikül sistol-sonu meridional duvar stresi, çembersel liflerin kısalma ortalaması, ortalama akselerasyon açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$), (Tablo 5).

Doku Doppler yönteminde sadece örnek volümün konulduğu bölgedeki kalp fonksiyonunu değerlendirebilmektedir, bölgesel asinerji bulunan hastalarda sol ventrikülün tümünün sistolik fonksiyonlarını değerlendirmede yararlı bir yöntem değildir (61). Ancak çocuk hastaların çoğunda bu durum bir sorun oluşturmamaktadır.

İzovolumik kontraksiyon zamanı geleneksel ve doku Doppler yöntemleri ile ölçüldüğünde elde edilen sonuçların birbirleri ile uyuştukları görülmüştür. Geleneksel Doppler (IVCT) ve doku Doppleri (IVCTm) ile mitral kapağın lateral ve septal kenarından ölçülen izovolumik kontraksiyon zamanı grup 3'te kontrol grubundan anlamlı olarak daha uzun bulunmuştur (P değeri ilki için 0.008, ikincisi için 0.006 ve üçüncüsü için 0.01), (Tablo 5,6) ancak bulunan değerler normal çocuklar üzerinde yapılan çalışmaların sonucunda bulunan değer sınırları arasında kalmıştır (60, 62).

Sistolik ejeksiyon fazı sırasında uzun-akstaki peak miyokard velositelerinin göreceli olarak artıyükten bağımsız olduğu ve sol ventrikülün kontraktilesini yansıttığı bildirilmektedir (61). Sistolik bozulma bulunan hastaları erken saptamada, doku Doppleri ile peak sistolik miyokardiyal velositelerinde depresyon bulunmasının yararlı olabileceği ve ilerlemiş ağır kronik mitral yetmezliği bulunan hastaların miyokard duvarı hareket velositelerinde total bir depresyon saptanabileceği belirtilmektedir (61).

Erişkinlerde Sm velositesinin 5.95cm/s'nin üstünde olmasının diyastolik ve sistolik kalp yetersizliğinin ayırt edilmesindeki sensitivitesi %79, spesifitesi %83 olarak bildirilmektedir. Mitral kapağın lateral ve septal kenardaki Sm velositesi grup 3'te kontrol grubundan (ilki için P=0.01, ikincisi için P=0.000) , ayrıca septal kenarda grup 3'te grup 2'den anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (P=0.000), (Tablo 6). Ancak her 3 grup için bulunan değerler literatürde bildirilen normal değer sınırları içinde kalmıştır (60).

Doku Doppler yöntemi ile mitral kapağın lateral ve septal kenarından elde edilen Sm dalgasının başı ile bitişi arasındaki süre (CTm,b') grup 3'te kontrol grubundan anlamlı olarak daha kısa olarak saptanmıştır (her ikisi için P=0.001), (Tablo 6).

IVCTm / CTm oranı lateral ve septal kenarda grup 3'te, kontrol ve grup 2'den anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (lateral kenarda her ikisi için P=0.01, septal kenarda ilki için P=0.009, ikincisi için P=0.01), (Tablo 10).

Diyastolik fonksiyon bozukluğunu ölçen "gold standart" yöntem invaziv yolla basınç-volüm eğrisinin elde edilmesi ile ventrikül uyumunun ölçülmesidir, ancak hastaların çoğunda bu pratik bir yaklaşım değildir (63). Diyastol kompleks bir olay olduğundan diyastolik fonksiyonları ölçmede tek bir parametrenin etkili olabileceği şüphelidir (64).

Izovolumik gevşeme zamanı, sistolik kalp siklusunun bir devamıdır, sol ventrikül gevşemesine ek olarak sistolik fonksiyonlara da bağlıdır (63). Gevşeme bozukluğu bulunan hastalarda izovolumik relaksasyon zamanı uzamaktadır. Çalışmamızda izovolumik gevşeme geleneksel Doppler (IVRT) ve doku Doppleri (IVRTm) ile ölçülmüş IVRT, grup 3'te kontrol ve grup 2'den anlamlı olarak daha uzun bulunmuştur (ilki için P=0.04, ikincisi için P=0.001), (tablo 7). IVRTm lateral ve septal kenarda grup 3'te kontrol grubundan (her ikisi için P= 0.004) ayrıca septal kenarda grup 3'te grup 2'den daha uzun saptanmıştır (P=0.002),(Tablo 8, 9). Ancak her iki yöntemle grup 3'te saptanan izovolumik gevşeme zamanı birçok çalışmada bulunan normal değerlerle uygunluk halinde olduğu bulunmuştur (60, 65).

Mitral akımın değerlendirilmesinde, mitral kapağın diyastolik erken doluş peak velositesi (E), mitral kapağın diyastolik geç doluş peak velositesi (A), E dalgası dekseleasyon zamanı (E-des) ve A dalga süresinden (A-dur) yararlanmaktadır (63).

Doppler ile mitral akımdan elde edilen değişkenler diyastolik fonksiyonların değerlendirilmesinin temel taşıdır ancak özellikle dolma basıncındaki değişiklikler gibi birçok fizyolojik faktörden etkilenmektedirler.

Çalışmamızda E-ve A-dalga velositesi, grup 3'te kontrol ve grup 2'den anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (ilki için $P=0.001$ ve diğeri için $P=0.000$). E/A oranı, grup 3'te normal sınırlarda kalmasına rağmen (1.31 ± 0.33) kontrol ve grup 2'den anlamlı olarak daha düşük saptanmıştır (ilki için $P=0.000$, ikincisi için $P=0.007$). Erken diyastoldeki kompliansı yansıtan E dalgasının dekselerasyon zamanı (E-Des), grup 3'te kontrol ve grup 2'den (ilki için $P=0.001$, ikincisi için $P=0.005$), ve 2'ci grupta da kontrol grubundan daha kısa bulunmuştur ($P=0.005$). Ancak her 3 grupta bulunan değerler sağlıklı çocuklarda saptanan normal değer sınırları içinde bulunmaktadır (57,65). Aynı şekilde A dalga süresi (A-dur) grup 3'te kontrol ($P=0.000$) ve grup 2'den ($P=0.001$) ve grup 2'de kontrol grubundan ($P=0.03$) anlamlı olarak daha kısa bulunmuştur (Tablo 7).

Sol ventrikül diyastolik fonksiyonlarını gösterecek standart ekokardiyografik parametreler mitral ve pulmoner ven Dopplerlerinden elde edilir ancak bu parametreler atriyal komplians, sol atrium basıncı, önyük, kalp hızı, vücut ağırlığı, yaş ve cinsiyetten etkilendiğinden etkinlikleri sınırlıdır (64). Pulmoner ven akım parametrelerinin kullanımındaki en büyük zorluk yeterli ölçüm elde edilmesindeki zorluktur bir çok çalışmada vakaların %40'ında transtorasik ekokardiyografi ile yeterli kayıtlar alınamamıştır (63). Sol ventrikül kompliansı azalan ve sol ventrikül dolma basıncı yükselen hastalarda mitral akım şekli pseudonormalize olabilir (64). DDG son zamanlarda geliştirilen bir ultrasound görüntüleme şeklidir ve kalp siklusu sırasındaki miyokardın velositesini ölçer (63). Tipik olarak düşük amplitüt ve yüksek frekanslı olan geleneksel kan akımı ölçümleri ile mukayese edildiğinde miyokard velositeleri daha yüksek amplitüt ve daha düşük frekanslıdır (63).

Doku Doppler yöntemi ile mitral annular velosite ölçümlerinin geleneksel Doppler değerlerinden önyüke olan bağımlılıklarının daha az olduğu bildirilmektedir (66). Bu nedenden dolayı LV uzun aks fonksiyonlarının DDG yöntemi ile incelenmesi, LV fonksiyon bozukluğunu tesbit etmede geleneksel yöntemlerle EF tayinine göre daha hassastır ve son zamanlarda doku Doppler incelemesi önerilmektedir (66). Çalışmamızda longitudinal velositeler apikal pencereden ölçülmüş olup AV plandaki kalbin bazalinde Doppler açısı 20 derecenin altında olduğundan herhangi bir açı düzeltilmesinin yapılmasına gerek duyulmamıştır (67).

Doku Doppler tekniği ile bozulmuş gevşemenin erken döneminde meydana gelen değişiklikler: IVRTm artar, Em anlamlı derecede azalır, Am hafifçe artar ve Em /Am genellikle <1 dir (68).

E_m erken diyastolde miyokard gerginliğini temsil ettiğinden E_m velositesi miyokardın gevşeme velositesi ile ilişkilidir (68). Em'nin volüm yüklenmesinden bağımsız olarak ventrikül gevşemesini gösteren bir parametre olduğu kabul edilmektedir (63, 68). Ancak son zamanlarda yapılan bazı çalışmalarda Em nin volüm yükünden etkilenip etkilenmediği konusu tartışılmaktadır. Hayvan modellerinde ve hemodiyaliz uygulanan insanlarda Em'nin volüm yükünde meydana gelen akut değişikliklerden etkilendiği gösterilmesine rağmen erken mitral akım parametrelerinden farklı olarak Em'nin volüm yüküne olan bağımlılığı ventrikül gevşemesi bozulmuş olan hastalarda daha az belirgindir, bu nedenden dolayı Em diyastolik fonksiyonların değerlendirilmesinde çok yararlı olduğu kabul edilmektedir (63). Normal mitral akım ile birlikte $E_m < 8$ olması pseudo-normal doluş için bir bulgu olduğu ifade edilmekte E_m ' nin <8 olmasının geveşeme bozukluğunu gösterdiği bildirilmektedir (63,68,69) Bizim çalışmamızda E_m değeri hem septal hem lateral kenarda her üç grupta 8'in üstünde bulunmuş ve gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($P > 0.05$). E_m değerinin lateral kenarda septal kenardan daha yüksek olduğu bildirilmektedir (70). Bizim çalışmamızda da tablo 8 ve 9' da görüldüğu gibi gerek sağlıklı çocuklarda ve gerekse hastalarda mitral kapağın lateral kenarında bulunan E_m değerleri septal kenarda bulunanlardan daha yüksek saptanmıştır.

Genç kişilerde miyokard gevşemesinin ventrikül doluşu üzerindeki etkisi atriyum kasılmasından daha etkilidir: bu nedenle E_m , A_m den daha yüksektir ve E_m/A_m oranı 1'den büyüktür (68). E_m/A_m oranının >1 olması normal kabul edilmektedir bu ölçüm açıdan etkilenmez ve birçok duvar segmentinde geçerlidir (68). Çalışmamızda septal ve lateral kenardaki E_m/A_m oranı her 3 grupta 1'in üstünde bulunmuştur ancak hem lateral hemde septal kenarda grup 3 'te kontrol ve grup 2'den anlamlı olarak daha düşük olduğu görülmüştür (tablo 8, 9).

Doku Dopplerinin kullanım alanlarından biri sol ventrikül dolma basıncının ölçülmesidir (69). Bunun için en basit yaklaşım E dalga velositesinin doku Doppleri ile elde edilen E_m velositesine olan oranın hesaplanmasıdır (69). Sistolik fonksiyonları normal olan çocuklar arasında yapılan bir çalışmada E/E_m oranı ile sol ventrikül diyastol sonu basıncı arasında anlamlı bir ilişki olduğu gösterilememiştir (64).

Ancak E/Em oranının patolojik durumlarda dolma basıncını tayin etmede geleneksel mitral veya pulmoner venlerden elde edilen parametrelerden daha doğru sonuç verdiği bildirilmektedir (56). Ommen ve arkadaşları (71) doku Doppler parametreleri ve sol ventrikül diyastol-sonu basıncı arasındaki ilişkiyi ejeksiyon fraksiyonu $<50\%$ olanlarda, $EF>50\%$ olanlardan daha iyi olduğunu göstermişlerdir.

E/Em oranı özellikle normal pseudo-normal akım şekillerinden ayırt etmede yararlıdır (68). E/Em oranının $>10-12$ aşması pulmoner kapiller wedge basıncının 15mmHg'yı aştığının güvenilir bir göstergesidir (67). Genellikle E/Em >10 bulunması dolma basıncının arttığını gösterir, annular herhangi bir yerde E/Em oranının >15 olması 100% spesifite ile dolma basıncının yüksek olduğunu, septumda E/Em <8 olması $\geq 85\%$ spesifite ile dolma basıncının normal olduğunu gösterir ve bu durumda diyastolik fonksiyonlar normal olarak kabul edilir (68, 63). Bizim çalışmamızda bu patolojik değerlere ulaşamadı ise de grup 3'te E/Em oranının hem septal hemde lateral kenarda kontrol grubuna göre anlamlı bir artış gösterdiği bulunmuştur (tablo 8, 9). E/Em oranı 8-15 arasındaki vakaların değerlendirilmesinde valsava manevrası ve pulmoner venöz akımın ölçülmesi önerilmektedir (68, 69). Bizim 3.gruptaki vakalar da bu şüpheli gruba girmektedir. Miyokard performans indeksi (MPI), LV'ün sistolik ve diyastolik fonksiyonlarını gösterir. Miyokard fonksiyonu bozulduğunda ejeksiyon zamanı kısalır, pre-ejeksiyon ve izovolumik relaksasyon zamanı uzar (58). Miyokard performans indeksi grup 3'te kontrol ve grup 2'den anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (her ikisi için $P=0.000$). MPI değerimiz, Eideme'in normal değerine göre (0.34 ± 0.06) grup 3'te normal değer üstünde, grup 1 ve 2'de normal sınırlarda bulunmuştur(60).

Tei indeksi sol ventrikülün global fonksiyonunu gösteren hassas bir parametredir. Sol ventrikül için Tei indeksinin normal değeri 0.30-0.37 ortalaması 0.34 olarak bildirilmektedir (62). Tei indeksi lateral (0.48 ± 0.16) ve septal kenarda (0.46 ± 0.12) grup 3'te kontrol ve grup 2'den anlamlı olarak daha yüksek bulunmuş (lateral kenarda ilki için $P=0.002$, ikincisi için $P=0.006$, septal kenarda ilki için $P=0.000$, ikincisi için $P=0.001$) ve grup 3'te Tei indeksinin bulunan ortalama değerinin bildirilen normal değerlerin üstünde olduğu görülmüştür (Tablo 10).

Sağlıklı ve kalp fonksiyonlarında bozulma bulunan kişilerde bir miktar çakışan değerlerin bulunabileceği bildirilmektedir (61). Bizim çalışmamızda da grup 3 için elde edilen bir çok sistolik ve diyastolik fonksiyonları gösteren parametre değerinin kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermesine karşın başka araştırmacıların

sağlıklı çocuklarda bulunduğu normal değer sınırları içinde kaldığı görülmüştür. Bu nedenle tek bir doku Doppler incelemenin sol ventrikül fonksiyon azalmasının başlangıcını yeterince ortaya koyamadığı ve seri şekilde yapılacak takip incelemelerde doku Doppler velositelerindeki azalmanın hekimi sol ventrikül fonksiyonlarının azalmakta olduğu şeklinde uyarması gerektiği bildirilmektedir (68). Ağır kronik mitral yetmezliği bulunan hastalarda EF değeri düşmeden doku Doppler velositelerindeki progressif azalmanın LV sistolik fonksiyonlarının ilerleyici bir şekilde kötüye gittiğini gösteren uyarıcı bir bulgu olduğu kabul edilmektedir (68). Çocukluk yaş grubundaki hastalar için sol ventrikül fonksiyonları geriye dönüşümsüz olarak bozulmadan ameliyata verilme zamanını gösteren doku Doppler değerleri henüz belirlenmemiştir. Çalışmamız ameliyat edilen vakaları kapsamadığından çalışmamızın amacı ameliyat sonu mortaliteyi etkileyecek miyokard velosite değerlerini bulmak değildir. Ancak çalışmamızda doku Doppleri ile grup 3'te ölçtüğümüz sistolik ve diyastolik fonksiyonları gösteren bir çok parametre değerlerinin kontrol grubunda ölçülenlerden anlamlı farklılıklar göstermesi bizim ameliyat sonu mortaliteyi etkileyecek miyokard velosite değerlerinin bulunduğunu düşünmemize neden olmuştur. Daha çok sayıda vaka ile yapılacak ileriki çalışmalarda ameliyat sonrası gelişebilecek mortaliteyi öngörebilecek sistolik miyokardiyal velosite değerleri tesbit edilecektir. Çalışmamızda MPI ve Tei indeksi gibi sol ventrikülün sistolik ve diyastolik fonksiyonlarını gösteren testlerin grup 3'te bozuk bulunması bu grupta bulunan bazı hastalarda ameliyat zamanlarının yaklaştığı ve Doppler velositelerinde ilerleyici bozukluk açısından daha yakın takiplerinin yapılması gerektiğini düşündürmüştür.

7. ÖZET

Mitral yetmezlikli (MY) hastalarda, sol ventrikül fonksiyonlarının bozulduğunun erken saptanmasında doku Doppler görüntülemelerinin (DDG) geleneksel yöntemlerden daha iyi sonuç verdiği ileri sürülmektedir. Ancak çocukluk yaş grubundaki hastaların ameliyata verilme zamanını gösteren doku Doppler değerleri henüz belirlenmemiştir. Bu çalışmanın amacı, sol ventrikül fonksiyon bozukluğunun erken farkedilmesi açısından sağlıklı ve değişik ağırlıklı MY'li çocuklardan geleneksel ve DDG yöntemleri ile elde edilecek sonuçları karşılaştırmaktır.

Hafif-orta derecede MY bulunan 20 hasta (grup 2), ağır derecede MY bulunan 10 hasta (grup 3) ve sağlıklı 30 çocuk (grup 1) çalışmaya dahil edilmiştir. Gruplar arasında yaş, vücut alanı, kan basıncı, kalp hızı gibi sonuçları etkileyecek parametreler açısından anlamlı bir farklılık mevcut değildir. Ekokardiyografik incelemeler Hewlett-Packard Sonos 5500 ekokardiyografi cihazı ve 2.5 MHz'lik proplar kullanılarak yapılmıştır. MY'nin derecelendirilmesi jet alanının sol atriya oranı ve rüğürtan fraksiyonu kullanılarak yapılmıştır. Ejeksiyon fraksiyonu, fraksiyonel kısalma, pre-ejeksiyon periyodu (PEP), ejeksiyon zamanı (ET), PEP/ET oranı, aortik peak flow velosite, aortik peak velosite integral, akselerasyon zamanı, aortik distansibilite, kardiyak indeks, interventriküler septumun kalınlaşma yüzdesi, sol ventrikül arka duvarının sistolik kalınlaşma yüzdesi, sol ventrikül sistol-sonu meridyonal duvar stresi, çembersel kısalmanın ortalama hızı, ortalama akselerasyon açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$).

Grup 3'te miyokard performans indeksleri (MPI) ve Tei indeksleri kontrol grubuna göre anlamlı bir artış göstermiş ve bulunan değerler normal değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Geleneksel ve DDG ile bakılan izovolumik kontraksiyon ve relaksasyon zamanları, E ve A dalga velositeleri. E/A oranı, E-dekselerasyon zamanı, DDG ile bakılan E_m / A_m oranı, heriki yöntem ile değerlendirilen E/E_m oranı grup 3'te kontrol grubundan anlamlı olarak farklı olduğu saptanmış ancak saptanan değerler literatürde bildirilen normal değerler arasında olduğu görülmüştür. Sonuçlarımız, tek bir DDG'nin LV fonksiyon bozukluğunun başlangıcını yeterince ortaya koyamadığı ve seri şekilde yapılacak takip incelemelerine gereksinim duyulduğu şeklindeki literatür bilgisini desteklemiştir. Ameliyat sonrası gelişebilecek mortaliteyi öngörebilecek doku Doppler değerlerinin tesbit edilebilmesi için çok sayıda vaka ile yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

8. SUMMARY

It has been suggested that tissue Doppler imaging give for better results in the early detection of left ventricular dysfunction in patients with mitral regurgitation than conventional methods. However, tissue Doppler values indicating operation time have not still determined in childhood. The aim of this study is to compare the findings obtained by conventional and tissue Doppler methods among health controls and patients with mitral regurgitation in point of earlier detection of LV dysfunction in patients with mitral regurgitation.

Twenty patients (group 2) with mild-moderate mitral regurgitation, 10 patients (group 3) with severe mitral regurgitation and 30 healthy children (group 1) were included into the study. There were no significant differences between the groups in terms of such parameters as age, body surface area, blood pressure and heart rate, which can affect the results. Echocardiographic investigations were performed using Hewlett-Packard Sonos 5500 Echocardiography Device and 2.5 MHz transducer. Severity of mitral regurgitation was carried out using the proportion of regurgitation jet field to left atrium and regurgitation fraction. No significant differences were found between the groups as to ejection fraction, fractional shortening, pre-ejection period (PEP), ejection time (ET), ratio of PEP/ET, aortic peak velocity, aortic peak velocity integral, acceleration time, aortic distensibility, cardiac index, percentage of thickening of interventricular septum, percentage of systolic thickening of left ventricular posterior wall, left ventricular end-systolic meridional wall stress, average rate of circumferential shortening and mean acceleration ($P > 0.05$).

In group 3, myocardial performance indexes and Tei indexes displayed significant increase compared with control group, and detected values were found to be higher than normal values. In group 3 isovolumic contraction and relaxation times investigated by the help of conventional and tissue Doppler imaging, E and A wave velocities, ratio of E/A, E deceleration time, Em/Am ratio investigated by tissue Doppler and E/Em ratio investigated by both methods were found to be significantly different according to the controls in this group, but values determined were found to be in normal ranges expressed in literature. Our results display consistency with the data in literature that only a single tissue Doppler evaluation can not shed light on the initiation of left ventricular function decrease, and follow up examinations to be serially performed are required. To determine tissue Doppler values to predict mortality developed post-operatively, further studies are needed to be performed with numerous cases.

9. TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca ve tezimin hazırlanması sürecinde bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım değerli hocam, Anabilim Dalı Başkanımız ve tez danışmanım Prof. Dr. Sevim Karaarslan'a, Çocuk Kardiyoloji Bilimdalımızın değerli hocaları Doç. Dr. Bülent Oran ve Yard. Doç. Dr Tamer Baysal ve Anabilim Dalımız diğer öğretim üyelerine saygı ve şükranlarımı sunarım.

Uzmanlığım boyunca birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum araştırma görevlisi ve uzman arkadaşlarıma ve klinik personeline, teşekkür ederim. Ayrıca uzmanlık eğitimim boyunca desteklerini her zaman yanımda hissettiğim değerli eşim Sevgi başta olmak üzere tüm aileme teşekkürlerimi sunarım.

10. KAYNAKLAR

1. El-Said GM, El-Refaee MM, Sorour KA, El-Said HG. Rheumatic fever and rheumatic heart disease, In: The Science and Practice of Pediatric Cardiology Volume II. Garson A, Bricker JT, Fisher DJ, Neish SR 2nd ed. Baltimore:Williams Wilkins, 1998:1691-724
2. Myung K. Park, mitral regurgitation, pediatric cardiology for Practitioners, 4th ed. San Antorino, Texas 2002; 20:304-10
3. Neyzi O, Ertuğrul T, Pediatri, 2.cilt 3. baskı. İstanbul.: Nobel tıp akut romatizmal ateş,. 2002; 14:974-79
4. Cordan J, Yeşilbursa D, Baran İ.Kardiyoloji G. Kalp kapak hastalıkları, 1. baskı Bursa, 2005; 9:381-89
5. Myung K. Park, mitral regurgitation, 4th ed. San Antorino, Texas, pediatric cardiology for Practitioners. 2002; 21:314-16
6. Da Silva NA, Pereira BA. Acute rheumatic fever. Still a challenge. Rheum Dis Clin North Am 1997; 23:545-68
7. Todd JK. Acute rheumatic fever. In:Behrman RE, Kliegman RM, Jenson HB. Nelson textbook of pediatrics. 16nd ed. Philadelphia: WB Saunders, 2000:802-10
8. Arthur E. Weyman. Left ventricular inflow tract I: The Mitral Valve. Principles and practice of echocardiography. 2nd ed. Philedelphia: Lea & Febiger 1994; 17:391-470
9. Gentles TL, Colan SD, Wilson NJ, Biosa R, Neutze JM. Left ventricular mechanics during and after rheumatic fever: contractile dysfunction is closely related to valve regurgitation. J Am Coll Cardiol 2001; 37:201-7
10. Mohr-Kahaly S, Erbel R, Zenker G, Bohlander M, Eser M, Meyer J. Flow patterns of mitral regurgitation due to different etiologies: analysis by color-coded Doppler echocardiography. Int J Cardiol 1989; 23:231-37
11. Harvey Feigenbaum, MD, acquired valvular heart disease, mitral regurgitation. Ecocardiography: 1994; 5th ed. India Lea & Febiger 6:251-73
12. Jose 'Missri, Clinical Doppler Echocardiography, Mitral regurgitation , New York, USA., 1989:119
13. Navin C. Nanda, MD, atlas of color Doppler echocardiography, first ed. Philadelphia:Lea & Febiger mitral valve, 1989; 3:46-111

14. Enriquez-Sarano M, Seward JB, Bailey KR, Tajik AJ. Effective regurgitant orifice area: a noninvasive Doppler development of an old hemodynamic concept. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23:443-51
15. Joe K. Oh, James B. Seward, A. Jamil Tajik. Valvular heart disease, the echo manuel, Second edition Philadelphia. 1999; 9:122-29
16. Güzelsoy D, Okay T, Binak K, kapak hastalıklarında ekokardiyografi, teknik kardioloji; 2. baskı, İstanbul 2001 1:117-148
17. Güzelsoy D, Okay T, Binak K, sol ventrikülün incelenmesinde ekokardiyografi, teknik kardioloji 2. baskı, İstanbul 2001; 1:59-76
18. Arthur E. Weyman. Left ventricle I: General considerations. 2nd ed. Philedelphia Lea & Febiger Principles and practice of echocardiography:1994; 20:575-605
19. Catherine M. Otto, MD. Echocardiographic evaluation of left and right ventricular systolic function. Textbook of clinical echocardiography, 3rd ed. USA, Seatle Washington 2000; 5:100-20
20. Harvey Feigenbaum, MD, echocardiographic evaluation of cardiac chambers, echocardiography: 5th ed. Philedelphia Lea & Febiger 1994; 3:134-51
21. Arthur E. Weyman. Interatrial and interventricular septa, Principles and practice of echocardiography. 2nd ed. Philedelphia: Lea & Febiger . 1994; 29:934-46
22. Joe K. Oh, James B. Seward, A. Jamil Tajik. Assessment of ventricular systolic function, the echo manuel. Second edition. Philadelphia 1999; 4:37-57
23. Norman H. Silverman, Quantitative methods to enhance morphological information using M-Mode, Doppler and cross-sectional ultrasound, pediatric echocardiography 1992; 2:35-109
24. Navin C. Nanda, MD, Fundamentals and equipment, Doppler echocardiography. Second ed. Philadelphia: Lea & Febiger. 1993; 1:3-43
25. Snider A, Ritter S (Ed. H. D. Allen), Doppler echocardiography. "Moss and Adam's Heart disease" Lippincott and Willkins, Phiadelphia 2001:235-63
26. Geva T(Ed. A. Garson). Echocardiography and Doppler ultrasound, The Science and practice of pediatric cardiology. 1997; 789-84
27. Rick A. Nishimura, MD. Assessment of diastolic function of the heart: Background and current applications of Doppler echocardiography, Mayo Clin Proc 1989 64; 71-81)
28. Khouri SJ, Maly GT, Suh DD, Walsh TE, A practical approach to the echocardiographic evaluation of diastolic function, *J Am Soc Echocardiogr.* 2004 Mar; 17(3) :290-7.

29. Rakowski H, Appleton CP, Chan K-L, Dumesnil JG, Honos G, Jue J, et al. Recommendations for the measurement and reporting of diastolic function by echocardiography. *J Am Soc Echocardiography* 1996; 9:736-60
30. Appleton CP, Firstenberg MS, Garcia MJ, Thomas JD. The echo-Doppler evaluation of left ventricular diastolic function: a current perspective. *Cardiol Clin* 2000; 18:513-46
31. Garcia MJ, Thomas JD, Klein AL :Nw Doppler echocardiographic applications for the study of diastolic function. *J Am Coll Cardiol* 1998; 32 :865-875
32. Naguch SF. Estimation of left ventricular filling pressures by Doppler echocardiography. *ACC Curr J Rev* 2002; 11:41-5
33. Talner NS. Large ventricular septal defects in infants. *Prog Ped Cardiol*; 14: 153-62.
34. Oh JK, Seward JB, Tajik AJ. *The echo manuel*. Second ed. Philadelphia: Williams Wilkins. 1999: 103-32.
35. Shaffer ME, Knudson OA. Echocardiographic examination of the heart and great vessels.
In: *Echocardiographic diagnosis of congenital heart disease*. Valdes-Cruz LM, Cayre RO (eds). Philadelphia: Lippincott-Raven, 1999: 41-85.
36. Nishumura RA, Miller FA, Callahan MJ, Benassi RC, Seward JB, Tajik AJ. Doppler echocardiography: theory, instrumentation, technique, and application. *Mayo Clin Proc* 1985; 60: 321-43.
37. Remme WJ, Swedberg K. Guidelines for the diagnosis and treatment of chronic heart failure. *Eur Heart J* 2001; 22(17) : 1527-60
38. Auslender M. Pathophysiology of pediatric heart failure. *Prog Ped Cardiol* 2000; 11: 175-84.
39. Dreyer WJ, Fisher DJ. Clinical recognition and management of chronic heart failure. In: *The Science and Practice of Pediatric Cardiology Volume II*. Garson A, Bricker JT, Fisher DJ, Neish SR (eds) 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1998: 2309-28.
40. Remme WJ, Swedberg K. Guidelines for the diagnosis and treatment of chronic heart failure. *Eur. Heart J* 2001; 22(17): 1527-60.
41. Talner NS. The physiology of congenital heart disease. In: *The Science and Practice of Pediatric Cardiology Volume II*. Garson A, Bricker JT, Fisher DJ, Neish SR (eds) 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1998: 1107-18
42. Cahill JM, Horan M, Quigley P, Maurer BJ, McDonald K. Doppler-echocardiographic indices of diastolic function in heart failure admissions with preserved left ventricular systolic function. *Eur J Heart Failure* 2002; 4: 473-8.

43. Eto G, Ishii M, Tei C, Tsutsumi T, Agaki T, Kato H. Assessment of global left ventricular function in normal children and in children with dilated cardiomyopathy. *J Am Soc Echocardiogr* 1999; 12: 1058-64.
44. Sutton MSJ, Wieggers SE. The Tei index- a role in the diagnosis of heart failure? *Eur Heart J* 2000; 21: 1822-24.
45. Banerjee P, Banerjee T, Khand A, Clark AL, Cleland JGF. Diastolic heart failure: neglected or misdiagnosed? *J Am Coll Cardiol* 2002; 39: 138-41.
46. De Boeck BW, Cramer MJ, Oh JK, van der Aa RP, Jarasma W: Spectral pulsed tissue Doppler imaging in diastolic relaxation of the left ventricle. *Am Heart J* 2003; 146; 411-9
47. Mc Dicken WN, Sutherland GR, Moran CM, Gordon L: Colour Doppler velocity imaging of the myocardium. *Ultrasound Med Biol* 1992; 18 :651-4
48. Güzelsoy D, Okay T, Binak K, yeni ekokardiyografi yöntemleri, teknik kardioloji 2. baskı, İstanbul 2001; 1:54-7
49. Miyatake K, Yamagishi M, Tanaka N et al. New method for evaluating left ventricular wall motion by color-coded tissue Doppler imaging, *J. Am Coll Cardiol* 1995; 25:717-24
50. Isaaaz K : What are we actually measuring by Doppler tissue imaging? *J Am Coll Cardiol* 2000 ; 36:897-9
51. Isaaaz K, Thomson A, Ethonenot G, Cloez JL, Brembilla B, Pemot C: Doppler echocardiographic measurement of low velocity motion of left ventricular posterior wall. *Am J Cardiol* 1989; 64:66-75
52. Aoki M, MD, Harada K, MD, et all. Quantitative assessment of right ventricular function using Doppler tissue imaging in fetuses with and without heart failure *J. Am. Soc Echocardiography* 2004; 17:28-35
53. Sahn DJ, De Maria A, Kisslo J, Weyman A. The committee on M-mode standardization of the American Society of Echocardiography: results of survey of echocardiographic measurements. *Circulation* 1978; 58: 1072-83
54. Manatomo Toyono, MD, Kenji Harada, MD et al. Myocardial acceleration during isovolumic contraction as a new index of right ventricular contractile function and its relation to pulmonary regurgitation in patients after repair of Tetralogy of Fallot. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17:332-7
55. Agricola E, Galderisi M, Oppizzi M et al. Pulsed tissue Doppler imaging detects early myocardial dysfunction in asymptomatic patients with severe mitral regurgitation. *Heart* 2004 Apr; 90(4): 406

56. Christian Bruch, MD, Jörg Stypmann, MD et al. Usefulness of tissue Doppler imaging for estimation of filling pressures in patients with primary or secondary pure mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 2004; 93:324-28.
57. Ayabakan C: çocuklarda normal sol ventrikül diyastolik fonksiyonları ve doku Doppler yöntemi ile normal sol ventrikül duvar hareketlerinin belirlenmesi, 2001 H.Ü.T.F Çocuk kardiyojoloji uzmanlık tezi
58. Darryl Miller, MD, Michel G. Farah, Anna Linner et al. The relation between quantitative right ventricular ejection fraction and indices of tricuspid annular motion and myocardial performance. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17:443-7
59. Banthit K, MD, FACC, Suwance K, RN, Brad P, et al. Peak atrial systolic mitral annular velocity by Doppler tissue reliably predicts left atrial systolic function.. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17:353-60
60. Benjamin W. Eidem, MD, Colin J. McMahon, MBBCh, Radha R. Cohen, MD et al. Impact of cardiac growth on Doppler tissue imaging velocities: A study in healthy children. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17:212-21
61. Nazli C, Ozan K, Ergene O, Yavuz T, Gedikli O, Yeşimcan H, Özaydın M, Altınbaş A, Doğan A, Kahraman H. Use of tissue Doppler echocardiography in early detection of left ventriküler systolic dysfunction in patients with mitral regurgitation. *The International Journal of Cardiovascular Imaging* 2003; 19:199-209,
62. Colin J: McMahon, MB, MRCPI; Sherif F. Nagueh, MD, Ricardo H. Pignatelli et al. Chateterization of left ventricular diastolic function by tissue Doppler imaging and clinical status in children with hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation* 2004; 109:1756-62
63. Samer J. Khouri, MD, George T. Maly, MD et al. A practical approach to the echocardiographic evaluation of diastolic function. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17:290-7
64. William L. Border, MBChB, Eric C. Michelfelder, MD et al. Color M_Mode and Doppler tissue eveluation of diastolic function in children: Simultaneous correlation with invasive indices. *J Am Soc Echocardiogr* 2003; 16:988-94
65. Kazuhiro mori, MD, Takuji Edagava, MD et al. Peak negative myocardial velocity gradient and wall-thickening velocity during early diastole are noninvasive parameters of left ventricular diastolic function in patients with Duchenne's progressive muscular dystrophy. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17:322-9
66. Christian Bruch, MD, Rainer G, MD et al. Doppler tissue analysis of annular velocities: Evidence for systolic abnormalities in patients with diastolic heart failure. *J Am Soc Echocardiogr* 2003; 16. 1031-6

67. Lars-Ake Brodin. Tissue Doppler, a fundamental tool parametric imaging. *Clin Physiol Funct Imaging* 2004; 14:147-55
68. Bart W. L. De Boeck. MD, Marten-Jan M. Cramer, MD et al. Spectral pulsed tissue Doppler imaging in diastole: A tool to increase our insight in and assessment of diastolic relaxation of the left ventricle. *Am Heart J* 2003; 146:411-9
69. T. H. Marwick. Clinical applications of tissue Doppler imaging: a promise fulfilled. *Heart* 2003; 89:1377-78
70. Tudor C. Poerner, MD, Björn Goebel, MD et al. Detection of a pseudonormal mitral inflow pattern: An Echocardiography and tissue Doppler study. *Echocardiography* 2003; 20: 345-56
71. Ommen SR, Nishimura RA, Appleton CP, et al. Clinical utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of left ventricular filling pressure: a comparative simultaneous Doppler-catheterization study. *Circulation* 2000; 102:1788-94