

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
MERAM TIP FAKÜLTESİ
KARDİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Prof. Dr. Hasan GÖK
ANABİLİM DALI BAŞKANI

Anterior Lokalizasyonlu Miyokard İnfarktüsünde Sağ Ventrikül Fonksiyonlarının
Doppler Strain Eko ile Değerlendirilmesi

UZMANLIK TEZİ
Dr. Osman SÖNMEZ

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Hasan GÖK

KONYA-2009

İÇİNDEKİLER	<u>Sayfa No</u>
KISALTMALAR	
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	
2.1. Akut Myokard İnfarktüsü	3
2.1.1. Tanım	3
2.1.2 STYMI'de özel alt gruplar	4
2.2. Anterior STYMI'de Sağ Ventrikül ve İnferior Duvar tutulumu	6
2.3 Ekokardiyografi (Miyokard İnfarktüsü ve Ekokardiyografi)	9
2.3.1 Sistolik fonksiyonların değerlendirilmesi	9
2.3.2 Diyastolik fonksiyonların değerlendirilmesi	12
2.3.3 Sistolik ve diyastolik fonksiyonun birlikte değerlendirilmesi	13
2.3.4 Doku Doppler Görüntüleme (DDG)	14
2.4 Sağ ventrikül Doku Dopler ve Strain görüntüleme	
2.4.1 Giriş	19
2.4.2 Sağ ventrikül Doku Dopler ve Strain görüntülemenin Prensipleri	22
2.4.3 Doku dopler Kaynaklı Sağ ventrikül Strain/Strain Rate (S/SR) görüntülemesi	24
2.4.4 Klinik yansımalar	29
2.4.5 Sağ ventrikül Doku Dopler ve Strain görüntülemenin sınırlılıkları	29
3. MATERYAL –METOD	
3.1. Hasta Grubu	32
3.2. Kontrol gurubu	33
3.3. Protokol	33
3.3.1 Ekokardiyografi	33
3.3.2 Koroner Anjiyografi	35
3.3.3 İstatistiksel Analiz	36
4. BULGULAR	37
5. TARTIŞMA	44
6. ÖZET	48
7. ABSTRACT	49
8.KAYNAKLAR	50
9.TEŞEKKÜR	54

KISALTMALAR:

ACC/ESC: Amerikan Kardiyoloji Koleji/ Avrupa Kardiyoloji Cemiyeti

Am: Geç Diyastolik dalga

AMi: Akut Miyokard infarktüsü

Cx: Sirkümfleks Koroner Arter

DD: Doku Dopler

DDG: Doku Dopler Görüntüleme

DM: Diyabetes Mellitus

EF: Ejeksiyon Fraksiyonu

EKG: Elektrokardiyografi

Em: Erken diyastolik dalga

HT: Hipertansiyon

LAD: Sol Ön İnlen Arter

LV: Sol Ventrikül

MPİ: Miyokard Performans İndeksi

MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme

NSTYMİ: ST Yükselmesiz Miyokard İnfarktüsü

Ort: Ortalama

PW: Pulsed wave

RCA: Sağ Koroner Arter

RV: Sağ ventrikül

SV: Sol Ventrikül

Sm: Sistolik Hareket/velosite

S/SR: Strain / Strain Rate

STYMİ: ST Yükselmeli Miyokard İnfarktüsü

TTE: Transtorasik Ekokardiyografi

VKİ: Vücut Kitle İndeksi

1. GİRİŞ

Koroner Arter Hastalıklarında (KAH) Sol ventrikül (LV) fonksiyonlarının ekokardiografik değerlendirilmesi klinikte ve bilimsel araştırmalarda yaygın kullanılmasına karşın sağ ventrikül (RV) fonksiyonlarının değerlendirilmesi rutin uygulamalar arasına girmemiş ve bu nedenle RV e unutulmuş ventrikül ismi verilmiştir. RV'ün değerlendirmesinde kontrast ventrikülografi, nükleer görüntüleme, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kullanılmasına karşın, en çok kullanılan yöntem ekokardiyografidir. Günümüzde güncel ekokardiografik değerlendirme yöntemleri arasında doku Doppler (DD) ve Strain/Strain Rate (S/SR) görüntüleme ön plandadır. DD ve S/SR görüntüleme, subklinik myokardiyal hasarı göstermede en önemli yöntemlerden birisidir. Bu yöntemlerle yapılan çalışmalar sonucunda RV değerlendirilmesi hastalığın yaygınlığının belirlenmesine, seyrine ve prognozuna önemli katkılar sağlamaktadır.

Akut Miyokard İnfarktüsü (AMİ), kontraktıl doku kaybı ve ventrikül geometrisindeki değişiklikle karakterize olup, LV sistolik ve diastolik fonksiyonların belirgin olarak bozmaktadır. Yeni gelişen bölgesel duvar hareket bozukluğunun gösterilmesiyle ekokardiografik olarak AMİ'nün tanısı koyulabilmektedir. RV fonksiyonları doku Doppler (DD) ve Strain/Strain Rate (S/SR) görüntüleme yöntemleriyle bazı spesifik hasta gruplarında (pulmoner pmboli, diyabet, hipertansiyon, pulmoner hipertansiyon, kalp yetmezliği, pulmoner hipertansiyon, konjenital kalp hastalıkları ve diğer sistemik hastalıklar) rutin değerlendirilmesine karşın, AMİ'nde sağ ventrikül fonksiyonlarının özellikle S/SR görüntüleme ait literatürdeki veriler sınırlı veya yetersizdir.

İnferior lokalizasyonlu Myokard İnfarktüsünde (Mİ), RV myokardiyal tutulumu EKG, klinik bulgular ve klasik DD ekokardiografi yöntemleriyle tespiti iyi bilinmesine

karşın S/SR ekokardiografik görüntüleme ile tespitine ait literatür verileri az sayıdadır. Bazı Anterior lokalizasyolu ST Yükselmeli Mİ (STYMİ) vakalarında EKG de İnferior Mİ bulguları ile birlikte ekokardiografik olarak inferior duvar tutulumu (duvar hareket bozukluğu) tespit edilebilmesine karşın, klasik DD ve S/SR ekokardiografik görüntüleme ile RV miyokardiyal hasarının tespiti ulaşabilinen literatürlerde yeterince araştırılmamıştır. EF korunmuş hastalara göre bozulmuş LV fonksiyonlarının da RV fonksiyonlarının etkilendiği gösterilmiştir.

Bu nedenlerle Anterior STYMİ de RV bölgesel miyokardiyal fonksiyonlarının güncel ve kapsamlı ekokardiografik görüntüleme yöntemleri kullanılarak değerlendirilmesi (doku Doppler temelli Strain/Strain Rate görüntüleme) amaçlanmıştır. Anterior STYMİ de infarktüs sorumlu lezyon ve EF ile RV bölgesel fonksiyonlarının ilişkisi de ayrıntılı şekilde değerlendirilecektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Akut Myokard İnfarktüsü

2.1.1. Tanım

Miyokard İnfarktüsü koroner akımın farklı derecelerde obstrüksiyonu sonucu ortaya çıkan geri dönüşümsüz miyokard hasarı ile karakterizedir. Koroner akımın tam tıkanması sonucunda miyokardiyal nekroz belirteçlerinde yükselme ile birlikte ve elektrokardiografik olarak STYMİ veya ST yükselmesiz (NSTYMİ) miyokard infarktüsü terimleri kullanılır. Geçici veya kısmi koroner tıkanma veya vasküler tonus değişikliği sonucunda gelişen iskemi sonrasında miyokardiyal nekroz belirteçlerinde yükselme tespit edilmezse kararsız anjina (UAP) terimi kullanılır. En son European Society of Cardiology (ESC) ve American College Cardiology (ACC)'nin Mİ tanımlaması ve Ekg kriterleri Tablo-1,2'de özetlenmiştir (13).

Tablo 1: ESC/ACC'ye göre Mİ Tanımı (13)

Aşağıdaki kriterlerden herhangi biri olması akut veya geçirilmiş Mİ tanısı için yeterlidir.

I. Miyokardiyal nekroz göstergesi biyokimyasal belirteçlerdeki tipik artış ve/veya düşüşü ile beraber aşağıdaki kriterlerden en az birinin olması

- İskemik semptomlar
- EKG 'de patolojik Q dalgasının gelişmesi
- Miyokardiyal iskemiye gösteren EKG değişiklikleri(ST yükselmesi veya çökmesi,yeni gelişen LBBB)
- Yeni gelişen canlı miyokard kaybının görüntüleme teknikleri ile ispatlanması veya yeni gelişen bölgesel duvar hareket bozuklukları

II. AMİ'nin patolojik bulguları

Tablo 2. ESC/ACC'ye göre AMİ EKG Kriterleri (13)

ST elevasyonu

J noktasında yeni gelişen ST elevasyonu V₂₋₃ derivasyonu için erkeklerde $\geq 0.2\text{mV}$

kadınlarda $\geq 0.15\text{mV}$

Diğer derivasyonlarda $\geq 0.1\text{mV}$

ST depresyonu ve T dalga değişiklikleri

Birbirini takip eden derivasyonlarda yeni horizontal veya down sloping $\geq 0.05\text{ mV}$ ST depresyonu ve/veya R/S>1 olan derivasyonlarda $\geq 0.1\text{mV}$ T inversiyonu

2.1.2 STYMİ'de Özel Alt Guruplar

Tablo 3'de 5 tip ST yüksekliği olan Mi gösterilmiştir. Bunlar klinik başvuru şekilleri, koroner anatomi ve prognoz ile kolerasyon gösteren EKG anormallikleridir. En ciddi olanı Sol ön inen arterin (LAD) 1.septal seviyesi veya öncesinden proksimal tıkanmasıdır. I ve aVL ve tüm prekordiyal derivasyonlarda ST yüksekliği olur. Septal sunumun kaybı nedeniyle His-Purkinje sisteminin perfüzyonu bozulur sıklıkla yeni dal bloku oluşur. Çoğunlukla sol anterior hemiblok veya sağ dal bloku vardır. Bifasiküler bloklar, sol dal bloku veya Mobitz Tip II bloklarda oluşabilir.

LAD Septal 1'den hemen sonra tıkanması sonucunda ST yüksekliği yönünden proksimal Anterior Mi dan farklı değildir ancak iletim bozuklukları yoktur. Kardiyojenik şok sıklığı azdır. Hasar anteroseptal ve anterolateral segmentlerde sınırlıdır, proksimal interventriküler septum (İVS) korunur. Bu lezyona bağlı apikal trombüs gözlenmesi ile birlikte anevrizma gelişimi sıktır.

LAD 1. Diyagonal sonrası görülen distal LAD Mİ daha az sıklıkla görülür. Sadece V1-4 etkilenir fakat apikal hipokinezi ve trombüs potansiyeli vardır. LAD nin diyagonal dallarının tıkanıklığı sonucu lateral Mİ oluşur. I ,aVL, V5-6 etkilenir, distal LAD Mi olarak nitelendirilir. Distal sağ koroner arter (RCA) lezyonlarında ise küçük inferior Mİ oluşur. Eğer sirkümfleks (Cx) dominant ise bu damarın distal posterodesending veya posterolateral dallarında tıkanmış olabilir. Bu tip Mİ komplikasyonsuz olup konjestif kalp yetmezliği ve ciddi aritmiler gözlenmez.

Orta veya büyük inferior Mi heterojen bir altgrup olup, inferior, posterior, lateral ve sağ ventrikül tutulumunu yansıtır. Dominant RCA proksimal tutulum söz konusudur. II, III, aVF, V5-6, sağ ventrikül derivasyonlarında (V1 veya V3R veya V4R) ST yükselmesi veya posterior derivasyonlarda >1 R/S oranı ,V1-2 ST depresyonu ve aVR de ST elevasyonu olur. Büyük İnferior Mİ bütün bu bölgeleri kapsar, sağ ventrikül infarktına bağlı olarak pompa yetmezliği, kardiojenik şok, distal septal nekroz nedeniyle VSD gelişebilir.

Posterior Mİ Cx ve dallarının oklüzyonu ile oluşur ve Ekg değişikliği saptanmayabilir. V1-V4' te ST depresyonu varken V1-2 de R/S >1 olması Posterior Mi destekler.

Tanımlanan tüm Ekg değişiklikleri resiprokal değişikliklerle birliktedir. İnferior Mİ da çoğu vakada I,avL ve/veya V1-4 ST çökmesi mevcuttur, proksimal LAD lezyonlarında inferior derivasyonlarda resiprok değişiklikler mevcuttur. Akut Mİ'da EKG bulgularına ve anjiyografik kolerasyonlar Tablo 3' de özetlenmiştir (14).

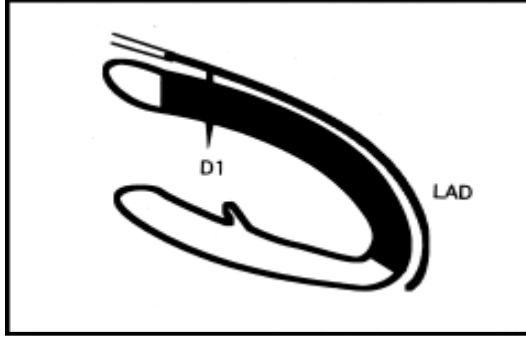
Tablo 3. AMİ'in Başvuru EKG'si ile Anjiyografik Kolerasyonu ve Prognuzu (14)				
Kategoriler	Oklüzyonun Anatomisi	EKG Özellikleri	30 günlük Mortalite (%)	Yıllık Mortalite (%)
1.Proksimal LAD	1.septal öncesi	ST↑ V1-6,I,aVL Fasiküler veya dal bloğu	19,6	25,6
2.Orta-LAD	1.septal sonrası Büyük diyagonalden önce	ST↑ V1-6,I,aVL	9,2	12,4
2.Distal LAD veya Diyagonal	Büyük diyagonalden sonra veya diyagonalin kendisi	ST↑ V1-4 veya I,avL,V5-6	6,8	10,2
4.Orta ile Geniş İnferior (posterior,lateral sağ ventrikül)	Proksimal RCA veya Proksimal Cx	ST↑ II,III,aVF ve aşağıdakilerden biri a. V1,V3R,V4R veya b. V5-6 c. V1-2 de R>S	6,4	8,4
5.Küçük İnferior	Distal RCA veya Cx	ST↑ yalnızca II,III,aVF	4,5	6,7

2.2. Anterior STYMİ da Sağ Ventrikül ve İnferior Duvar Tutulumu

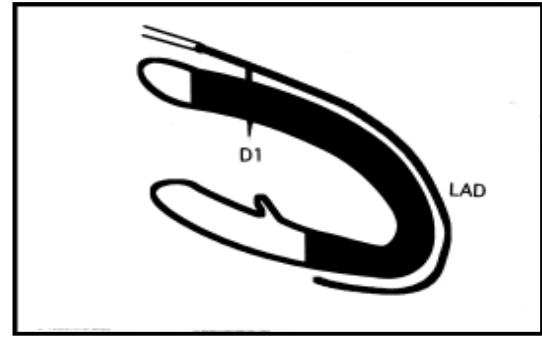
Anterior STYMİ nadir konjenital anomaliler dışında LAD arterin çeşitli seviyelerden tam tıkanması sonucunda oluşur. LAD proksimal tıkanıklarında yaygın Anterior Mİ oluşurken Diyagonal dalların iskemisi sonucunda Anterior septum, Anterior, Anterolateral duvar etkilenir. LAD gövde (mid) lezyonlarında Anteriorseptum, Anterior duvar etkilenir. İnfarkt lokalizasyonu etkileyen faktörler arasında lezyonun lokalizasyonuna yanı sıra LAD arterin sonlanımında ön plana çıkmıştır. Literatürde LAD sonlanım ve seyri için terminoloji şöyledir; (Şekil 1-2)

A: Apikali Dönmeyen (Non-wrapped) LAD: LAD LV apikalde sonlanıyor, diyafragmatik yüze (inferior) geçiş göstermiyor. (wrapped:bükülmüş,kıvrılmış,yönlenmiş) (Şekil-1)

B: Apikali Dönen (Wrapped) LAD: LAD LV apikalde sonlanmıyor, diyafragmatik yüze (inferior) geçiş gösteriyor. (Şekil-2)



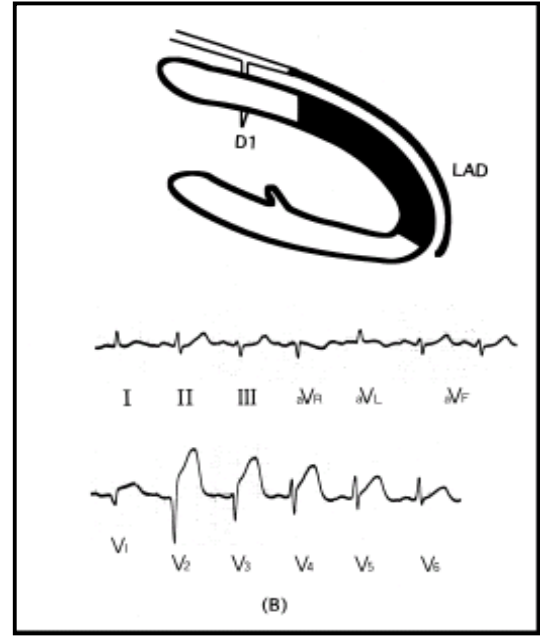
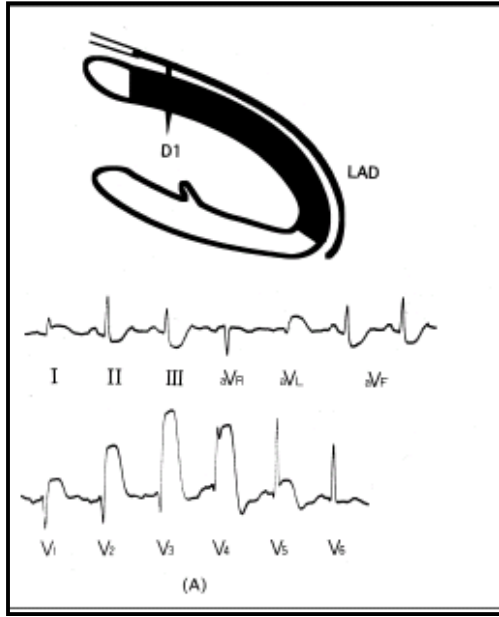
Şekil 1: Apeksi Dönmeyen (Non-Wrapped) LAD



Şekil 2: Apeksi Dönen (Wrapped) LAD

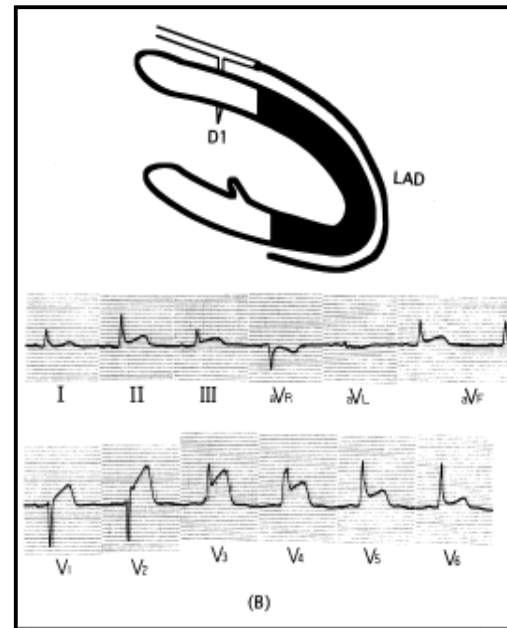
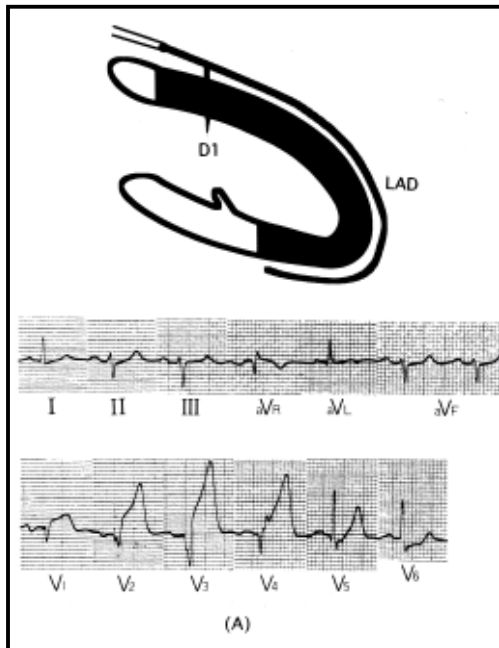
LAD arterin sonlanımına göre LV ve inferior apikal segmentler etkilenebilmektedir. LAD proksimal lezyonlarda genellikle EKG de inferior derivasyonlarda ST depresyonu ile birlikte I,aVL de ST elevasyonu görülebilir. LAD arterin diyafragmatik yüzde sonlandığı durumlarda (wrapped) proksimal lezyonlarda genellikle EKG de inferiorda ST depresyonu veya ST elevasyonu izlenmezken, LAD gövde (mid, 1.diyagonal sorası) lezyonlarında inferior derivasyonlarda ST elevasyonu izlenmektedir. Bu durum LAD arterin LV apikalinde sonlandığı (non-wrapped) durumlarda genellikle gözlenmez. Inferior derivasyonlarda ST elevasyonu izlendiğinde ekokardiografik değerlendirmede infero apikal segmentlerinde de duvar hareket bozukluğu belirgin olarak izlenmektedir (15,76).

LAD arterin seyrine ve lezyon lokalizasyonuna göre EKG değişiklikleri Şekil-3,4 de gösterilmiştir.



Şekil 3: A: Proksimal lezyon ve Apeksi Dönmeyen (Non-wrapped) LAD

B: Mid (gövde) lezyon ve Apeksi Dönmeyen (Non-wrapped) LAD



Şekil 4: A: Proksimal lezyon ve Apeksi Dönen (Wrapped) LAD

B: Mid (gövde) lezyon ve Apeksi Dönen (Wrapped) LAD

EKG, Eko ve Anjiyografik değerlendirmelerin yanında histopatolojik değerlendirme sonrasında Akut Anterior STYMI sonrasında RV myokardial apoptozisin oluştuğuda tespit edilmiştir (16). Akut Anterior STYMI sonrasında RV myokardial apoptozis ve apoptozis hızı tek damar hastalığına göre çok damar hastalığında daha fazla belirgindir

(16). RV myokardial apoptozis ve apoptozis hızı infarktüs öncesi ekokardiografik parametreler (Sistolik ve diastolik fonksiyonlar) ve diğer parametrelerden bağımsız gibi görünmektedir (16). Mİ lokalizasyonları arasında anlamlı fark olmamasına rağmen Anteroseptal Mİ'de RV miyokardiyal apoptozis biraz daha fazla gibi gözükmektedir. Literatürdeki veriler ışığında EKG, Eko ve Anjiografik değerlendirmelerle birlikte histopatolojik olarak Akut Anterior STYMI sonrasında inferior (infero apikal) duvar ve RV tutulumu aşikar gibi gözükmektedir. LV AMİ sonrasında RV yetmezliğine ait bulgu ve semptomları olan hastalarda prognoz kötüdür ve survi 2 yılın altına inmektedir (17,18). Bu nedenle subklinik hastalığı ve hasarı gösteren yöntemlerle akut STYMI sonrasında RV tutulumun gösterilmesi Akut Mi sonrasında hastalığın seyri ve prognozunu etkilemesi sebebiyle oldukça önemlidir. Bu çalışmada Anterior STYMI sonrasında RV myokardial tutulumunun değerlendirilmesi Ekokardiografik olarak DD temelli S/SR ekokardiografik görüntüleme tekniği kullanılarak yapılacaktır. Anterior Mİ da infarktüs sorumlu lezyon ve EF ile RV bölgesel fonksiyonlarının ilişkisi de ayrıntılı şekilde değerlendirilecektir.

2.3 Ekokardiyografi

2.3.1 Miyokard İnfarktüsü ve Ekokardiyografi

Akut Anterior STYMI sonrasında bölgesel olarak LV'ün anterior ve lateral kesimleri etkilense de inferior duvarın apikal bölgesi de etkilenmektedir. Miyokard hasarı sonucunda her iki ventrikülün miyokardiyal performansı, sistolik ve diastolik fonksiyonları etkilenmektedir. Konvansiyonel yöntemlerle desteklenen doku doppler, 3 boyutlu Eko ve Strain gibi yeni yöntemlerle miyokardiyal performansı, sistolik ve diastolik fonksiyonları ayrıntılı şekilde incelenebilmektedir.

Bu bölümde Konvansiyonel incelemeler özetle verilirken, DD temelli S/SR görüntüleme ayrıntılı olarak ele alınacaktır. Konvansiyonel yöntemlerden çalışmamızda kullanılan parametreler özetle bahsedilecektir.

2.3.2 Sistolik fonksiyonların değerlendirilmesi

İki boyutlu, M-mode ve Doppler ekokardiyografi teknikleri ile SV sistolik fonksiyonlarının değerlendirilmesinde kullanılan başlıca parametreler; EF, Fraksiyonel kısalma (FK), Kardiyak output, SV duvar skor indeksi, Doku Doppler Sm dir

M mode ekokardiyografik olarak parasternal uzun aks görüntülerden ultrason demetinin LV zun eksenine dik düşmesi sonucunda;

-Diyastolik çap (sol ventrikül diyastol sonu çapı, SVDSÇ), sol ventrikülün septum ve posteriyor duvarının (PD) endokardı arasındaki en geniş uzaklığı,

-Sistolik çap (sol ventrikül sistol sonu çapı, SVSSÇ) ise aynı bölgenin ölçülebilen en kısa uzaklığı.

-Basit olarak sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (EF),

-İnterventriküler septum (İVS) diastolik kalınlığı,

-Posterior duvarın (Pd) diastolik kalınlığı elde edilebilir.

Ejeksiyon Fraksiyonu

Sol ventrikül sistolik fonksiyonlarının değerlendirilmesinde en yaygın kullanılan parametrelerden biridir.

$EF = (\text{Diyastol sonu hacim} - \text{Sistol sonu hacim}) / \text{Diyastol sonu hacim} \times 100$ olarak formüle edilmektedir.

Formüldeki hacimler M-mode yöntemi veya 2 boyutlu eko ile elde edilebilir. İki boyutlu ekokardiyografi ile hacim hesaplanmasında birçok formüller olsa da bugün için en çok kullanılanı Simpson kuralı veya diğer adıyla diskler kuralıdır. Apikal dört veya iki boşluktan EKG yardımı ile diyastol ve sistol sonu görüntülerde endokardiyal sınır manuel olarak çizilir ve ventrikül uzun eksen boyunca eşit aralıklı disklere bölünür. Ventrikül eksen uzunluğunun disk sayısına bölünmesi ile elde edilen değer ile disk alanı çarpılarak disk hacmi bulunur. Disklerin toplam hacmi ventrikül hacmini verir. Modifiye Simpson yönteminde ise ventrikülün gövde kısmının hacmi, Simpson disk hacim toplamıdır. Burada farklılık sadece apikal bölgenin hacminin elipsoid olarak hesaplanarak gövde hacmine eklenmesidir. Bu sayede ayrı ayrı sistol ve diyastol sonu hacimler hesaplanarak yukarıda bahsedilen formülle EF hesaplanır (19). EF nin normal değeri >%60 olarak kabul edilir.

EF vücut veya ventrikül hacminden etkilenmez. Önyük ve ardyük'deki değişimlerden etkilenir. Atrial fibrilasyon, sık ventriküler ektopi gibi ritm bozuklukları, sol dal bloğu, kalıcı veya geçici kalp pili gibi senkronizasyon bozukluğuna neden olan durumlar, EF hesaplanmasında hatalı sonuçlara sebep olabilmektedir. Mİ geçiren hastalarda veya bazı durumlarda görülen hiperkinezi de EF nin olduğundan yüksek çıkmasına sebep olabilmektedir (20).

Kalp Debisi

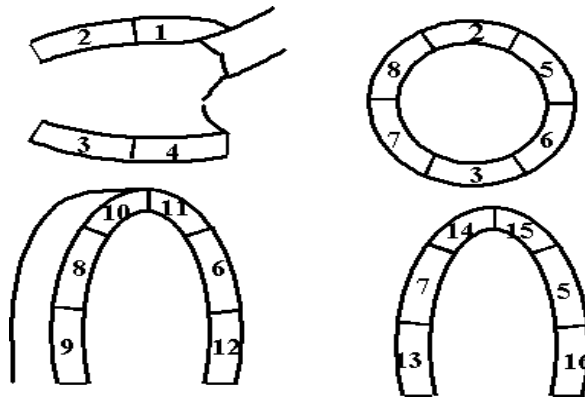
LV ün bir dakikada pompaladığı kan miktarıdır.

Kardiyak output = Atım hacmi x kalp hızıdır. Atım hacmi “modifiye Simpson’s” yöntemi veya “pulse wave Doppler” ile hesaplanabilir.

Doppler yöntemi kullanılacak olursa parasternal uzun aks görüntülerden SV çıkış yolu çapı ölçüldükten sonra apikal beş boşluk görüntüden SV çıkış yolundan akıma dik olarak “pulse wave Doppler” ile elde edilen traseden hız-zaman integrali hesaplanır. Atım hacmi = $(SV \text{ çıkış yolu yarıçap})^2 \times \pi \times (SV \text{ çıkış yolu hız-zaman integrali})$ formülü ile hesaplanır (21).

SV duvar hareket indeksi

LV sistolik fonksiyon bozukluğunu ve bozukluğun yaygınlığını göstermede önemlidir. Amerikan Ekokardiyografi Cemiyetinin standardize ettiği 16-segment modeli ile duvar hareketi her segment için puanlandırılır (22). Normal miyokardiyal kalınlaşma ve hareket = 1 puan olarak değerlendirilir. Hipokinezi = 2 puan, akinezi = 3 puan, diskinezi = 4 puan ve anevrizma = 5 puan olarak değerlendirilir. Tüm puanların toplamının segment sayısı 16’ya bölünmesi ile skor indeksi hesaplanır. LV skor indeksini değerlendirmede kullanılan 16 segment, şekil 5’de şematize edilmiştir. Standart segmentlere RV ün lateral duvarına ait segmentler ilave edilmiştir. RV bazal, mid ve apikal segment olarak 3 bölüme ayrılır. Ekokardiyografik ölçümlerde bu segmentler de dikkate alınmıştır. Normal duvar hareket skor indeksi 1 olarak kabul edilir. Skor indeksi arttıkça LV sistolik fonksiyon bozukluğunun derecesi de artmaktadır. EF ile uyumlu olduğu belirtilmiştir (23). AMİ sonrası anormal skor indeksi olanlarda mortalite oranının oldukça yüksek olduğu kanıtlanmıştır (24). Doku doppler inceleme ile sistolik fonksiyonların değerlendirilmesi doku doppler bölümüne bırakılmıştır.



Şekil 5: SV duvar skor indeksinde kullanılan 16 segment şeması

2.3.3 Diyastolik fonksiyonların değerlendirilmesi

AMİ sonrası miyokardın aktif relaksasyonunun azalması ve LV geriliminin artması sonucu diyastolik fonksiyon bozuklukları oluşur. İnvaziv yöntemlerle hesaplanması yapılsa da non invaziv yöntemlerle, özellikle Doppler ekokardiyografi parametreleri ile diyastolik fonksiyon bozukluğu değerlendirilebilmektedir (25). Diyastolik fonksiyonların değerlendirilmesinde kullanılan başlıca ekokardiyografik parametreler şunlardır;

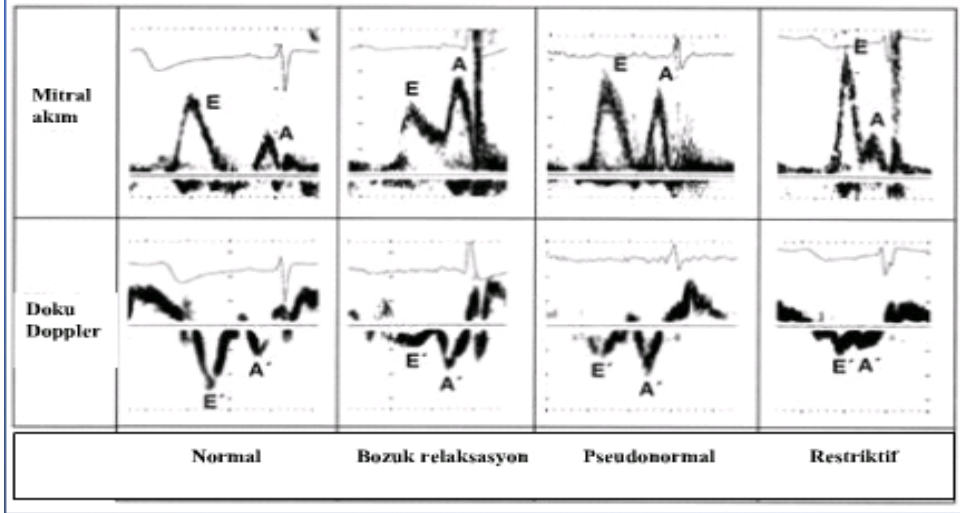
- 1-Mitral kapak (inflow akım) doluş paternleri
- 2-Pulmoner ven akım paternleri
- 3-Mitral annülüs doku Doppler hızları
- 4-Renkli M-mode akım ilerleme hızı (Vp)

Çalışmada diyastolik fonksiyonların değerlendirilmesinde Mitral kapak inflow akım paternleri ve Mitral annülüs doku Doppler hızları kullanılmıştır.

Mitral kapak doluş (inflow akım) paternleri;

Konvansiyonel pulsed-wave Dopler yöntemi ile mitral kapak uçlarından alınan ölçümlerde 2 dalga elde edilir. Birinci dalga, erken diyastolik zirve akım hızı (E dalgası) ikinci dalga ise geç diyastolik zirve akım hızıdır (A dalgası). E dalgasının tepesinden sonuna kadar olan zaman E dalga deselerasyon zamanı (EDZ) olarak değerlendirilir. EDZ, LV kompliyansını yansıtır ve normalde 220 ms'den daha azdır. Hafif (Grade I) relaksasyon bozukluğunda E/A oranı <0.75 ve EDZ genellikle ≥ 220 ms'dir. Orta derecede (Grade 2) fonksiyon bozukluğuna karşılık gelen psödonormalizasyon paterninde azalmış LV kompliyansı ve artmış sol atriyum basıncı nedeniyle normale benzer bir E/A oranı 0.75-1.5 ve EDZ hafif kısalmıştır >140 ms. Ciddi diyastolik (Grade 3) fonksiyon bozukluğunda restriktif terimi de kullanılır. Bu durumda E/A >1.5 ve EDZ <150 ms şeklindedir (şekil 6). Restriktif diyastolik disfonksiyon, tedavi veya valsava manevrası ile önyük azalması ile beraber parametrelerde düzelme oluyorsa geri dönüşümlü (reversibl) eğer olmuyorsa geri dönüşümsüz (irreversibl) tip olarak ikiye ayrılabilir (26). Mitral kan akımı yolu ile diyastolik fonksiyonları değerlendirmede birçok sınırlandırıcı faktör vardır. Önyük değişimlerinden etkilenme ve psödonormalizasyon bunların başlıcalarıdır. Bu yüzden transmitral akımlarla kombine kullanılan daha az volümlerden etkilenen pulmoner ven akımları kullanılmaktadır (25).

Mitral annülüs doku Dopler hızlarıyla diastolik fonksiyonların değerlendirilmesi Doku Doppler bölümünde ele alınacaktır.

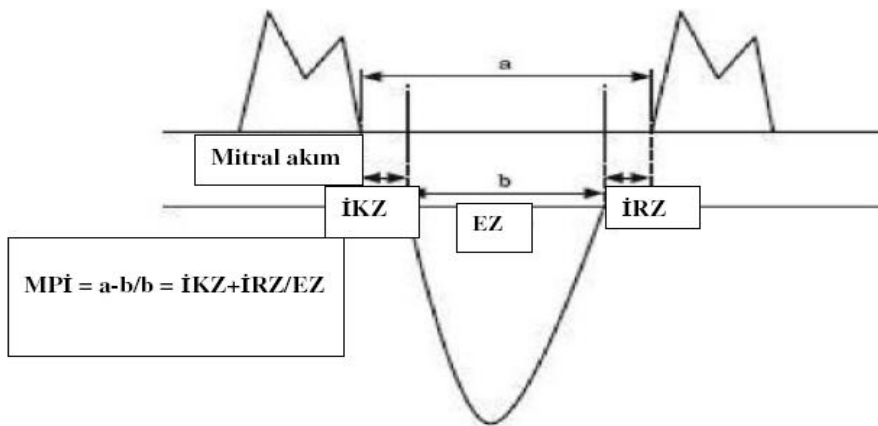


Şekil 6: Diyastolik Disfonksiyon Sınıflaması

2.3.4 Sistolik ve diyastolik fonksiyonun birlikte değerlendirilmesi

Miyokard performans indeksi (MPI): Sistolik ve diyastolik fonksiyon bozukluğu sıklıkla birlikte olmasına rağmen bu fonksiyonları kombine olarak değerlendiren bir parametre Miyokard Performans İndeksi (MPI) dir. Bu parametre ilk kez Chawa Tei tarafından ortaya konduğu için Tei indexi diye de adlandırılmıştır. Şekil-7 de MPI hesaplanması şematize edilerek gösterilmiştir.

$$\text{Tei indexi (MPI)} = \frac{\dot{V}RZ + \dot{V}KZ}{ET}$$



Şekil 7: Mitral inflow paternleri ile MPI değerlendirilmesi

DD ölçümlerinden faydalanarak MPI (modifiye Tei indeksi) hesaplamak mümkündür. DD MPI'nin mitral kan akımı ve SV çıkış yolundan kombine alınan konvansiyonel MPI ile oldukça korele olduğu gösterilmiştir (27). Ayrıca DD yöntemi ile görüntünün elde edilip ölçülmesi çok daha kolaydır. Konvansiyonel Doplere göre kalp hızından etkilenmemesi de önemli bir avantaj sağlamaktadır (28). Normal değerler 0.39 ± 0.05 olarak bildirilmiştir. Sistolik ve diyastolik fonksiyon bozukluklarında artar. 0.50'yi geçerse anormal kabul edilir. Deneysel bir çalışmada MI öncesi ve sonrası konvansiyonel ve DD ile elde edilen Tei indeksi karşılaştırılmıştır. DD ile elde edilen MPI EF ile daha iyi korelasyon gösterdiği bulunmuştur. Ayrıca doku Doppler ile elde edilen MPI kalp hızı değişkenliğinden pek etkilenmediği, konvansiyonel Doppler ile elde edilen MPI nin ise kalp hızı değişkenliğinden $\%15 \pm 5$ etkilendiği gösterilmiştir (29).

2.3.4 Doku Doppler Görüntüleme (TDi) (DDG)

DD incelemede kullanılan terimler şunlardır; (Şekil 8-10)

Velosite: Hız veya birim zaman başına yol alan uzunluktur.

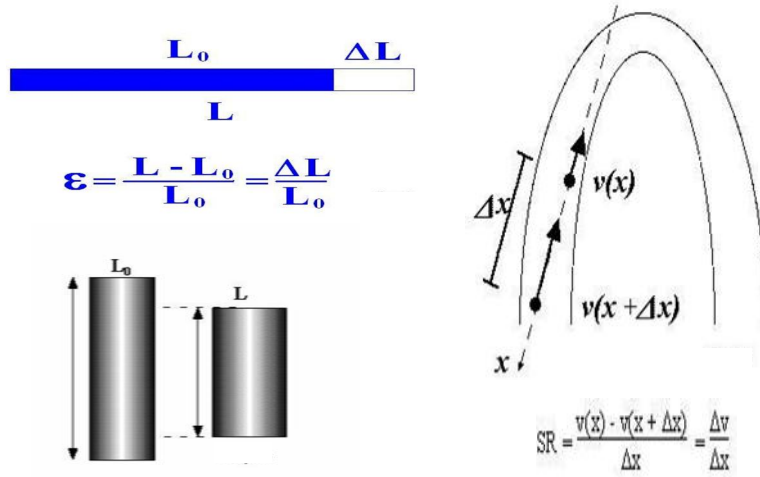
Displacement: Hareket eden myokardın yerdeğişimi belirtir.

Deformasyon: Miyokardın kasılma ve gevşeme sonrası oluşan şekil değişikliğini ifade eder,(longitudinal,circumferansiyal veya aksiyal)

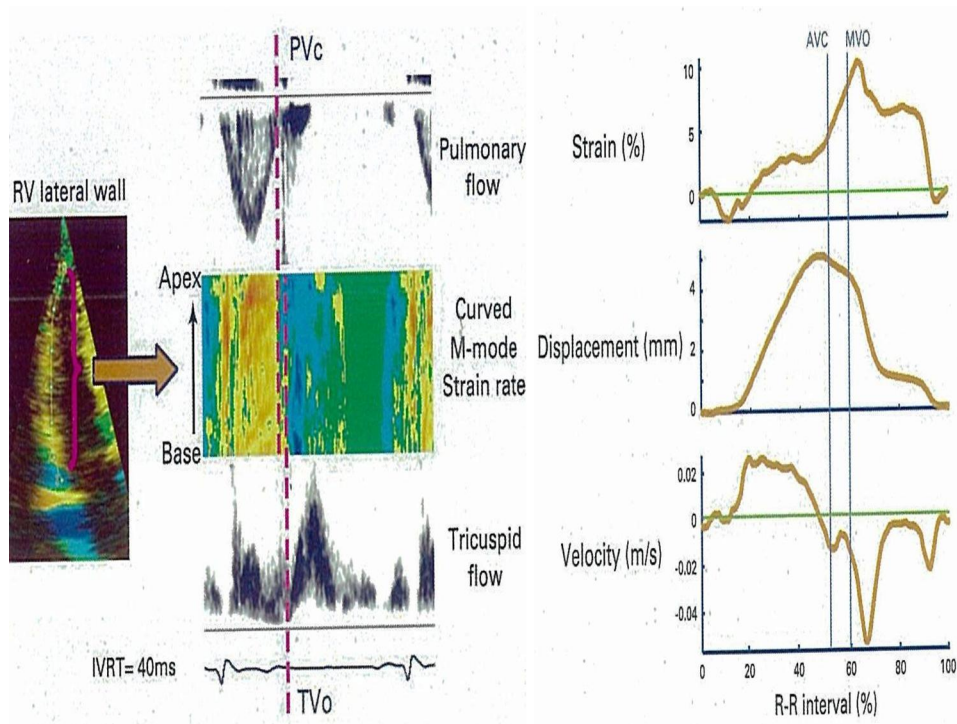
Velosite Gradiyenti: İki farklı miyokard segmentleri arasındaki velosite (hız) farkıdır.

Strain: Kasılma ve gevşeme, uzama ve kısılma dönemlerindeki başlangıç noktasına kıyasla miyokardiyal deformasyon oranıdır, % olarak ifade edilir, ϵ ile sembolize edilir.

Strain Rate: Kasılma ve gevşeme, uzama ve kısılma dönemlerindeki başlangıç noktasına kıyasla miyokardiyal deformasyon hızıdır, 1/saniye olarak ifade edilir.



Şekil 8: S/SR formülize edilmesi, longitudinal S/SR



Şekil 9: RV ait Velosite, Displacement ve Strain değerlerinin elde edilmesi

Mitral kapak uçlarından konvansiyonel “pulsed wave -Dopler” (PW) metoduyla yapılan incelemede yüksek frekanslı düşük amplitüdlü kan akım hızları değerlendirilirken, mitral anuler DD metodunda düşük frekanslı yüksek amplitüdlü miyokardiyal hareket hızları değerlendirilir. Yüksek frekanslı dalgaları elimine etmek ve yüksek amplitüdlü hareket hızlarının optimizasyonunu sağlamak için 20 cm/sn altında ölçümler yapılarak filtreleme uygulanır. DD inceleme ile PW DD, renkli DD, renkli M-mode DD ölçümleri yapılır. renkli DD, renkli M-mode DD ölçümlerinden Strain, Strain

Bazı LV ve RV duvarlarına ait normal değerler Tablo 4'te gösterilmiştir (30-33).

Tablo 4: LV lateral ve RV lateral duvarlarına ait normal değerler (30-33)					
	N	yaş		LV lateral	RV lateral
Isaaz-1993	17	31±13	Sm	10.3±1.8	12.1±1.9
			Em	16.3±2.1	14.9±3.7
			Am	7.8±3.0	8.9±3.3
Kukulski-2000	25	33(16-68)	Sm	10.2±2.1	12.2±2.6
			Em	14.9±3.5	12.9±3.5
			Am	6.6±1.6	11.6±4.1
Pai-1998	20	44±16	Sm	11.7±2.5	
			Em	16.7±4.3	
			Am	11.7±2.8	
Edner-2000	88	51(20-81)	Sm	9.9±2.9	
			Em	12.8±4.3	
			Am	9.2±2.9	

Sm: peak sistolik miyokardiyal velosite, Em: Diyastolik erken peak miyokardiyal velosite,

Am: Diyastolik geç peak miyokardiyal velosite, RV:Sağ ventrikül, LV: Sol ventrikül

SM:

İncelemede sistol sırasında 2 dalga hızı ölçülür. Bunlardan birincisi kısa hızla yükselip sonlanan izovolemik kontraksiyon dalgası ve ikincisi ise daha geniş olan pozitif sistolik miyokardiyal dalgadır (Sm dalgası) (şekil 10). EF ve FK'nın görüntü kalitesine bağımlılığı ve kalp hızı gibi değişkenlerden etkilenmesi gibi eksikliklerine bağlı olarak, SV'nin longitudinal eksende kısalmasının değerlendirildiği DD tekniği son yıllarda önem kazanmaya başlamıştır. Bu metotla elde edilen mitral anüler sistolik hız (Sm), global ventrikül fonksiyon göstergesi olarak kullanılabilir. Yapılan çalışmalarda Sm'nin, LV EF ile iyi bir korelasyonu ispatlanmıştır. Ortalama sistolik mitral anüler hız >7.5 cm/s ise SVEF>%50'dir (duyarlılık %79,özgüllük %88) (96). Bir başka çalışmada LV sistolik fonksiyonları bozulmuş hastalarda erken diyastolik mitral anüler dalganın <3 cm/s olması kardiyak mortalite için en iyi ön belirleyici olarak bulunmuştur (34).

Sm dalgasının süresi ejeksiyon süresine tekabül eder (35). Sm dalgası semilunar kapakların açılması ile başlar ve S₂ ile sonlanır. Sm değerleri, ölçüm yapılan duvara göre de değişiklik gösterebilmektedir. Sm değerleri, iskemik kalp hastalığı, valvuler

kalp hastalığı ve hipertrofik kardiyomiyopatide azalmaktadır. Mİ geçiren hastalarda düşen Sm değerlerinin balon anjiyoplasti sonrası yükseldiği gösterilmiştir (36).

RV ün longitüdüal velositeleri Em değeri hariç LV velositelerine göre yüksektir ve RV velositeleri solunumla etkilenmektedir. Artan yaşla birlikte longitüdüal velositelerde azalma olurken radial velositelerde artma gözlenmektedir.

DD tekniği ile apikal görüntülerden özellikle longitüdüal kasılma değerlendirilmektedir. “Sample volümün” konulduğu yerdeki miyokardiyal hareket hızları oldukça kantitatif olarak değerlendirilmektedir. Fakat bu yönteminde bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. Dopler yöntemi olduğu için longitüdüal eksene mümkün olduğunca dik olarak ölçümlerin yapılması gerekmekte ve özellikle 20°’den fazla açı sapmaları ölçümün doğruluğunu belirgin etkilemektedir. DD tekniği, apikal segmentleri değerlendirmede yetersiz kalmaktadır. Ayrıca derin nefes alıp veren hastalarda da ölçümlerin etkilenebileceği bu nedenle hasta ekspiryumda ve nefesini tutarken ölçümlerin alınmasının daha uygun olacağı belirtilmektedir (37). LV duvar hareketlerinin değerlendirilmesinde kantitatif bir yöntem olması nedeniyle önemlidir

EM ve AM

Normal bir bireyde diyastolde 3 dalga kaydedilir. Bunlar izovolümik relaksasyon sırasında düşük hızlı, kısa süreli unifazik veya bifazik dalga hızı, erken diyastolik doluş ile birlikte negatif erken miyokardiyal dalga hızı (Em) ve geç diyastolde atriyal katkıyla ventriküle boşalan kanın sebep olduğu negatif geç miyokardiyal dalga hızı (Am) olarak tanımlanabilir (şekil 10).

Erken diyastolik mitral anülüs dalgası (Em) sol ventrikül relaksasyonu için iyi bir göstergedir. Düşük akımlarda bile Em önyük değişimlerinden çok az etkilenir ve hatta psödonormal sol ventrikül doluşlarını tanımlamada da kullanılabilir (38). Mitral akımın E dalga hızı ile Em oranının (E/Em) atriyal fibrilasyon, sinus taşikardisi, korunmuş veya deprese olmuş LV sistolik fonksiyonu, sekonder mitral yetmezliği ve LV hipertrofisinde de etkin olduğu gösterilmiştir (25).

Ommen ve ark. E/Em değeri >15 olmasının artmış doluş basıncı ile, < 8 olmasının normal doluş basıncı ile korele olduğunu göstermişlerdir (39).

E/A oranında olduğu gibi doku Doppler Em/Am oranını hesaplamak mümkündür. Em/Am oranının 1-2 arasında olması orta derecede diyastolik bozukluğa karşılık gelirken, Em/Am >2 olması ise ciddi diyastolik fonksiyon bozukluğunu gösterir (40).

2.4 RV DOKU DOPPLER VE STRAIN GÖRÜNTÜLEME

2.4.1 Giriş

Sağ Ventrikül

Unutulmuş ventrikül'(41) olarak da adlandırılmış olan RV, klinik kalp hastalıklarında önemli bir rol oynar. Ek olarak RV disfonksiyonu oturmuş LV yetmezliği ve konjenital kalp hastalarında önemli bir prognostik değişkendir. Şekline ve volüm bağımlılığına bağlı olarak RV ün tam olarak ve tekrarlanabilir bir şekilde ölçümünü göstermek zordur (42). Bu sebeple RV ölçümü için değişik tekniklere başvurulmuştur. Bugüne kadar RV fonksiyonlarını kardiyak USG ile değerlendirmek adına çok az girişim olmuştur. Bu sağ ventrikülün kompleks üç boyutlu yapısı ve nonkonsantrik kasılma paternine bağlı olabilir. Bu sorunlar global ve bölgesel RV fonksiyonlarının değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Embriyolojik ve anatomik gözlemler RV iki farklı fonksiyonel elemandan oluştuğunu düşündürmektedir; sinüs ve infundibulum. Son raporlar bu ikisi arasında; stroke volüme katkıları, fiber kısalma dereceleri ve mekanik aktivasyon sekansları arasında belirgin farklılıklar olduğunu göstermiştir (43-45).RV global fonksiyonlarının birkaç indeksi kardiyak USG ile daha önceden araştırılmıştır. Bunlar kavite hacmi, EF ve uzun aks atrioventriküler halka hareketidir. Bunların her biri sağ ventrikül fonksiyonunun noninvaziv indeksi olarak önerilmiştir. Şimdiye kadar sadece birkaç araştırmacı bölgesel sağ ventrikül kontraktilesini önermiştir. Bölgesel sağ ventrikül diastolik fonksiyonunu değerlendiren olmamıştır. Ancak yeni ultrasonlarda Doppler myokardiyal görüntüleme konulması bölgesel RV fonksiyonunun kantitatif değerlendirilmesine olanak sağlamıştır.

2.4.2 RV Doku Dopler ve Strain Görüntülemenin Prensipleri

Longitudinal planda, RV ün DD ölçümü (değerlendirmesi) apikal 4 boşluk görünümünde ,lateral triküspit kapak anulusundan RV apeksine doğru yaklaşık 1 cm lik pulsed dopler örnek volümün 3-5 mm lik bölünmeleri ile genellikle gösterilir. Doppler filtreleri kan hızlarını dışlar ve bu yolla RV duvar hızları istenen şekilde ölçülür ve ekrana getirilir. DD RV hızlarını ölçmede kullanılan 2 metod vardır. Birincisi pik RV hızlarını ölçmek için kullanılan spectral pulsed DD görüntülemesidir. Diğer ,RV ün renk kodlu görüntülerini elde etmek için renkli DD kullanır ve böylece DD hızlarını ölçer. Son bahsedilen metod, verilen örnek volümde tüm RV hızlarının ortalama ölçümüne

otokorelasyon sağlar. Bu nedenle, pulse spektral DD ile elde edilen pik DD hızları sayı olarak renkli DD ortalama hızlarından daha yüksektir (46).

Devre dışı hız ölçümleri ile renkli DD görüntülemenin kullanılmasıyla örnek volümü istenen yere yerleştirmek için kardiyak sıklusta spesifik bir kareye ‘frame’ dondurmak mümkündür. RV serbest duvarının normal şekilde longitudinal hareketini hesaba katarak, özellikle RV hızlarının (ve sağ atrium hızlarının değil) ölçümü için örnek volümün ventriküler sistol sırasında triküspit anulusun 1 cm apikaline konulması tavsiye edilir. Daha yeni modaliteler ki bunlar RV myokardiumunun spesifik bir alanını etiketlemeye izin verirken, kardiyak siklus boyunca onun hızlarının ölçümü için-doku speckle (beneklenme) görüntülem bu hareket ilişkili hız değişimlerini önleyebilir.(51-52)

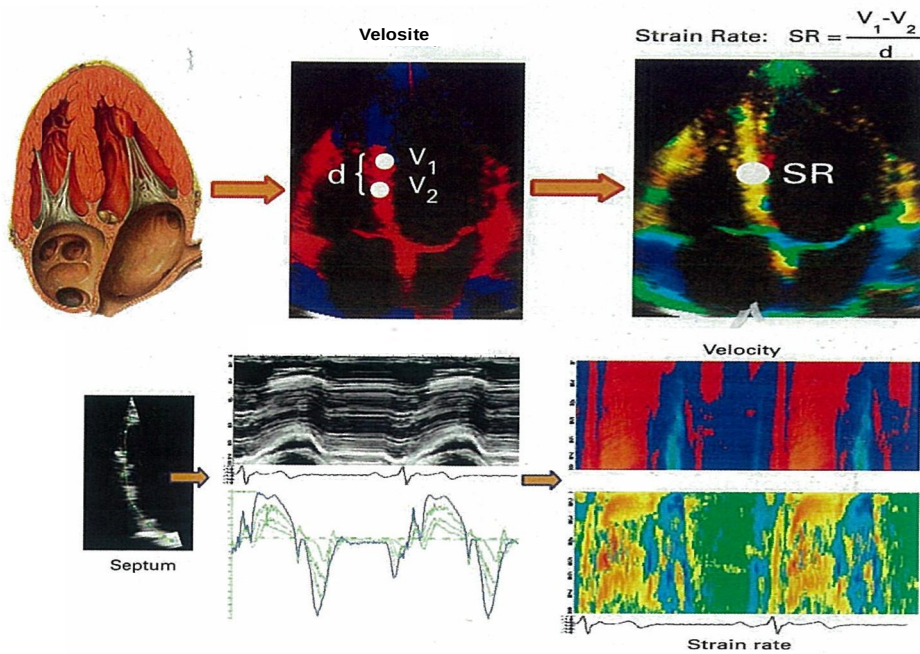
Bölgesel S/SR eğrileri bir myokardiyal segment içindeki iki bölgenin relatif hareketinin kıyaslanması ile elde edilebilir. *Strain*: Kasılma ve gevşeme, uzama ve kılma dönemlerindeki başlangıç noktasına kıyasla miyokardiyal deformasyon oranıdır, % olarak ifade edilir, ϵ ile sembolize edilir. *Strain Rate*: Kasılma ve gevşeme, uzama ve kılma dönemlerindeki başlangıç noktasına kıyasla miyokardiyal deformasyon hızıdır, 1/saniye olarak ifade edilir. Bu deformasyon parametreleri daha önceden tarif edilmiş olan otokorelasyon metodu ile elde edilen lokal Renkli Dopler Miyokardiyal Görüntüleme ile myokardiyal velosite profillerinden güncel olarak hesaplanabilir. RV profillerinden RS oranlarını hesaplamak için kullanılan otokorelasyon metodları kullanılarak, en iyi 2. harmonik modda 2.5 mhz prob kullanılarak 2-3 mm Spasyal (uzaysal) rezolusyonla elde edilir. Spasyal rezolusyon gerek pulse şekline optimize ederek gerekse pulse aralığı ile (bu yüzden aksiyal rezolusyon 1 mm artırılır) artırabilir (47-52). Aksiyal eksende uzaysal rezolusyonu nispeten azdır.

Günümüzde bölgesel Strain eğrileri Strain Rate eğrilerinin integrali ile elde edilebilir. Bu integrasyon sürecinin kendisi Strain eğrilerinin düzleştirilmesinide (smoothing) (strain rate oranlarına kıyasla) içermektedir. Bu durum verilerin kümülatif toplamını oluşturması sebebiyledir ve bu değerler – veya + sinyale eşit olarak gösterilmektedir. Etki olarak integrasyon düşük frekanslı bir filtre gibi görev yapmaktadır.(51-52)

Strain Rate verilerinin işlenmesi için frame oranı regional velosite profillerinin elde edilmesinde daha önemlidir. Tam olarak rezole edilmiş S/SR eğrilerini elde etmek için gerekli olan kazanılmış sample (örnek) oranlarını tanımlamak için çok yüksek frame

oranlı DD miyokardiyal görüntüleme velosite verilerinin spektral analizleri gerekmektedir. Ek olarak 200 fr/sn oranları izovolomuk periyodlar sırasındaki çok hızlı deformasyonları resole etmek için gereklidir (48,49) .

S/SR eğrilerini elde etmek için off line olarak post-prossesing verileri mümkün olan en yüksek frame oranında elde edilmelidir. Kazanılan frame oranları SR hesaplanması için daha önemlidir. Güncel olarak yüksek frame oranları veri elde etmede küçük sektör açıları anlamına gelmektedir. SR verileri kaburgalardan kaynaklanan yankılanmalar gibi görüntü artefaktları nedeniyle kolayca bozulabileceğinden (özellikle sektor imajının lateral görüntülerinde ortaya çıkan) kaydedilecek olan duvar artefktını en aza indirmek için santralize edilmelidir. Görüntülenmek istenen duvar hareketine paralel olarak kaydedilmelidir. (Şekil 11)



Şekil 11: S/SR eğrilerini elde edilmesi

RV DD görüntülemeye güvenilir sonuçlar elde edilmesi ve doku hızlarının doğru bir şekilde ölçülebilmesi için: (a) TD hızlarının daha düşük ölçülmesinden kaçınmak için Doppler örnek volümü RV lateral duvarına paralel olarak doğru hizalandırılması (bir maximum açı < 20 derece genellikle gereklidir); (b) spektral genişlemeyi (pulse spektral modalite için) azaltmak için dopler gaininin azaltılması, ki bu DD hızlarının olduğundan daha yüksek ölçülmesiyle sonuçlanabilir; (c) mümkün olduğunca yüksek bir frame kullanılması (her bir saniyede en az 100 frame); ve (d) TD dalgalarının doğru zamanlama ve tanınması. (49-52)

LV ün DD görüntülenmesindeki gibi RV triküspit anulusunun DD görüntülenmesinde görülen 5 tane major defleksiyon vardır :isovolumik kontraksiyon dalgası ,sistolik hız (Sm), isovolumik relaksasyon dalgası ,erken diastolik hız (Em) ve geç diastolik hız (Am). Yüksek bir frame oranı kullanarak görüntüleme yapıldığı zaman, DD RV görüntüleme özellikle RV olaylarının zamanlamasına bağlıdır, isovolumik kontraksiyon ve akselerasyon ,relaksasyon ve ejeksiyon zamanlarının ölçümüyle sonuçlanarak ,ki bu RV miyokardiyal performans indeksinin (Tei) hesaplanmasını sağlar.(Şekil 10)

2.4.3 Doku Doppler Temelli RV Strain/Strain Rate (S/SR) Görüntülemesi

Bölgesel miyokardiyal fonksiyonlar radial ve longitudinal olarak yapılan ölçümlerle elde edilebilir. Bu analizler için 3 tam kardiak siklus tamamlanmalıdır. Bu velositeler >150/sn frame hızlarında kaydedilmelidir. Çizim uzunluğu (M-mode) 1 cm yi geçmemelidir ve M-mode genişliği RV miyokardını miyokardın genişliği ölçüde kapsamalıdır. Doku doppler için renk skalası ≤ 20 ve harmonik 2 görüntüleme ayarlanmalıdır.Uygun renk kazancı elde edilerek sağ ventrikül lateral duvarın triküspit anülüsünü oluşturduğu bölgenin en fazla 1 cm üstüne gelecek şekilde PW doppler ile ölçümler alınmalıdır. Klasik DD için RV longitudinal aksına en fazla $<20^\circ$ açılma yapılmalıdır. S/SR görüntüleme için sağ ventrikül lateral duvarın görüntü açısı kazancı artırmak için daraltılarak,her görüntü için açı düzeltmesi yapılmalıdır. 3 atımın ortalamasının alınması velosite ve strain sinyalinin atımdan atıma tekrarlanabilirliğini artırır. İVCT başlangıcında başlangıç pozitif (velosite) ve negatif defleksiyonlar (strain rate) oluşur. RV sistolü en iyi SR eğrisinde ilk sıfır çaprazında başlayı ikinci sıfır çaprazında bitecek şeklinde tanımlanmıştır. Lokal deformasyon eğrilerinin elde edilmesiyle de Strain eğrileri elde edilir. (Şekil 14)

Sağ ventrikülün radial S/SR değerlerinin elde edilmesi RV 6 mm den ince olması nedeniyle güçlük oluşturmaktadır. RV'den elde edilen S/SR verileri bazal segmenterde en düşük olup apikal segmentlere gidildiğinde bu değerler artmaktadır. Bu değerler bazalden apekse giderek azalan pik sistolik velositeler (SM) ile terstir. Sağ ventrikül bölgesel S/SR değerleri İVS ve LV lateral duvar bölgesel değerlerinden yüksektir (Şekil 13).

Diyastolik SR değerleri LV göre daha yüksek olması RV ardyükünün daha az olmasıyla ilişkilidir. RV lateral duvarın longitudinal SR/S eğrileri LV lateral duvarına göre daha fazla heterojendir. Bunun sebebi ise RV ün farklı miyokardiyal mimariye

sahip olması ile açıklanmıştır. Bilindiği gibi RV musküler inflow (infundibulum) ile trabeküler apikal (sinus) segmentlerden oluşmuştur.

RV Radial ve Longitudinal Hareketinin Bölgesel Hızları:

DDMG hem radial hem longitudinal sağ ventrikül bölgesel fonksiyonunu velosite tahminine göre belirleyebilir. Bu yaklaşım kullanılarak yapılan ilk çalışmalarda normal (yaşla ilişkili) RV sistolik ve diastolik bölgesel zirve hızları ölçülmüştür. Araştırmacılar bölgesel radial ve longitudinal RV fonksiyonlarını kantite etmişler ve bulgularını normal LV myokard velositeleri ilke kıyaslamışlardır. Bölgesel RV radial fonksiyonu için DDMG velosite profilleri gri-skala M-Mod radial hareket ile karşılaştırılmıştır. Uzun aks bazal ve apikal fonksiyonlarını katakterize etmek için AV anüler velosite profilleri ve yer değiştirmeleri (deformasyonları) bazal ve apikal lokal velosite profilleri olarak değerlendirilmiştir. Longitudinal fonksiyonlar için RV serbest duvarının sistolik bazal apeks velosite gradiyentinin LV için tanımlanan paterni yansıttığı gözlemlendi. Ancak RV serbest duvar segmentlerinden alınan bölgesel velositeler ilişkili LV septal ve LV lateral duvar segmentlerinden hep daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu ilişki radial fonksiyonlarla tam tersi olarak izlenmiştir. Radial fonksiyonda LV serbest duvarından alınan zirve sistolik miyokard velositeleri bölgesel RV radial fonksiyonundan elde edilenlerden çok daha yüksektir. Bazal RV segmentlerine ait pik velositeler bitişik lateral triküspit anüler noktadan alınan pik velositelerden daha yüksektir. Bu ilişki LV bazal septal ve lateral segmentlerin ilişkili anulusler arasında gösterilememiştir. (53-58)

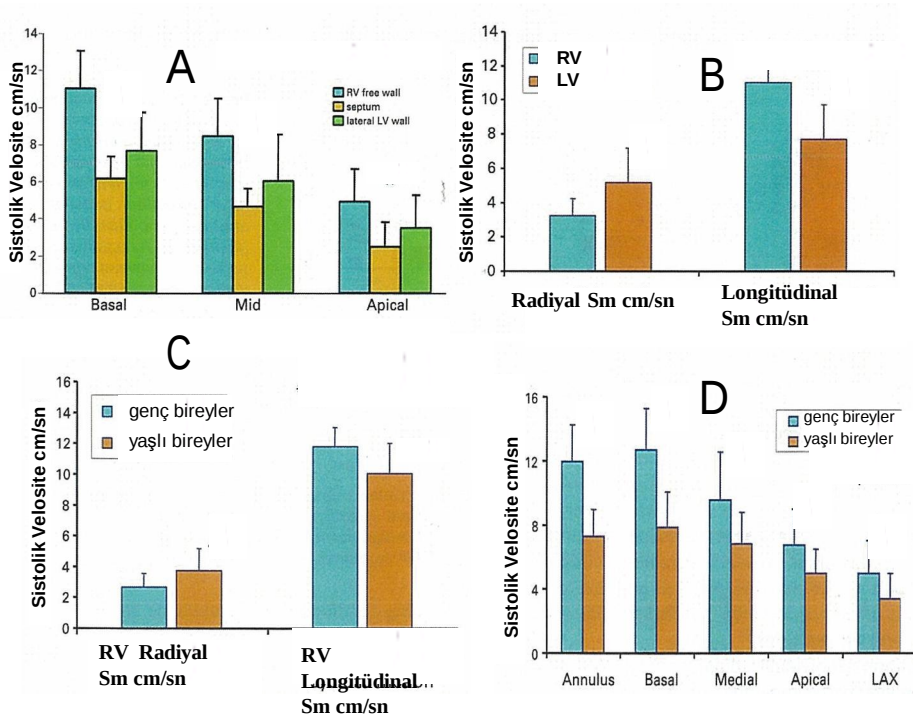
Lateral triküspit ringin pik sistolik velositesini mitral ringin septal ve lateral velositelerinden belirgin olarak daha yüksek olması dikkate değerdir. Sonuçlar genç (16-39 yaş) ve yaşlı (40-76 yaş) normal bireyler arasında RV piksistolik ve diastolik velositeler açısından (hem radial hem de longitudinal fonksiyonlar için ölçülen) belirgin farklılıklar göstermiştir. RV longitudinal fraksiyonel kısalmanın yaşla azaldığı ancak sistolik radial kısalmanın yaş ile arttığı gösterilmiştir.(Şekil 12-13) Bu radial fonksiyonlarındaki artışın longitudinal kısalmadaki azalmaya kompanse edilmesiyle açıklanmıştır. Yaşlılarda RV uzun aks bölgesel pik sistolik velositeleri gençlere göre daha düşük iken kısa aks RV pik sistolik velositeleri (Sm) daha yüksektir. Erken diastolik velositeler yaşlılarda hem longitudinal hem de radial fonksiyonlar için benzer şekilde düşüktür. Yaş ve bölgesel erken diastolik (E) velositesi ile yaş ve E/A velosite oranları arasında ters orantı saptanırken yaş ve geç diastolik velosite (A) arasında da

doğru orantı vardır. Bu ilişki LV ün yaşla olan değişimine benzerdir (53-58) (Şekil 12-13).

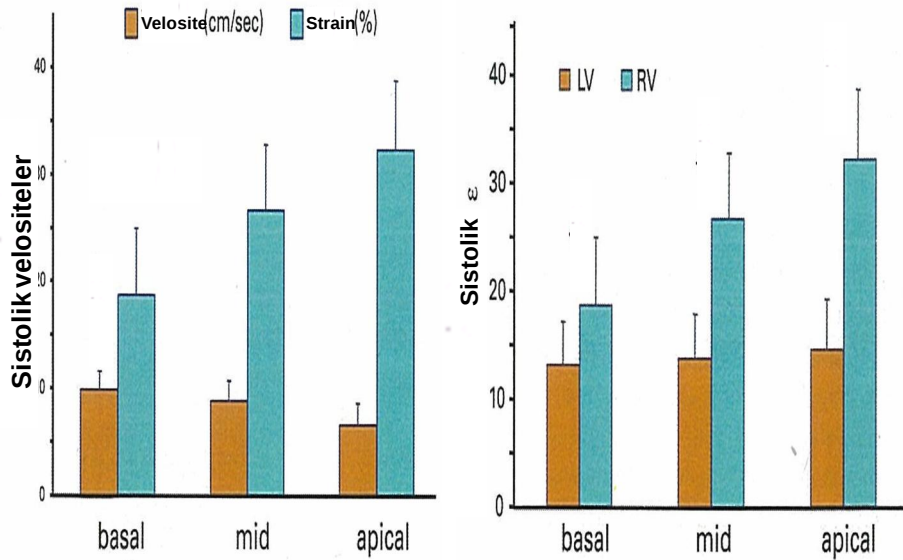
RV lateral duvar pik sistolik velositeleri anteroseptal segmentle benzer olmasına rağmen aralarında ilişki bulunamamıştır. Bu bulgular RV serbest duvar radial hareketinin septal radial hareketten bağımsız olduğunu düşündürmektedir. Sadece distal RV segment velositeleri artan yaşla belirgin ilişkilidir ancak septal ve LV posterior duvarında bu ilişki gözlenmemiştir.(53-58)

Sağ ve sol ventrikülün spiral kas tabakalarıyla bağlanan ortak bir kas yapısı olsa da, RV serbest duvarda longitudinal bölgesel myokardial pik velositeler septum ve LV lateral duvardan belirgin şekilde daha yüksektir. Belirgin farklılıklar aynı zamanda pik radial velositeler için de bulunmuştur. Sağ ve sol ventrikül arasında bölgesel myokardial pik mean velositeler arasındaki bu dağılım heterojenitesi kısmen bölgesel myokardial fiber mimarisi ile açıklanabilir.

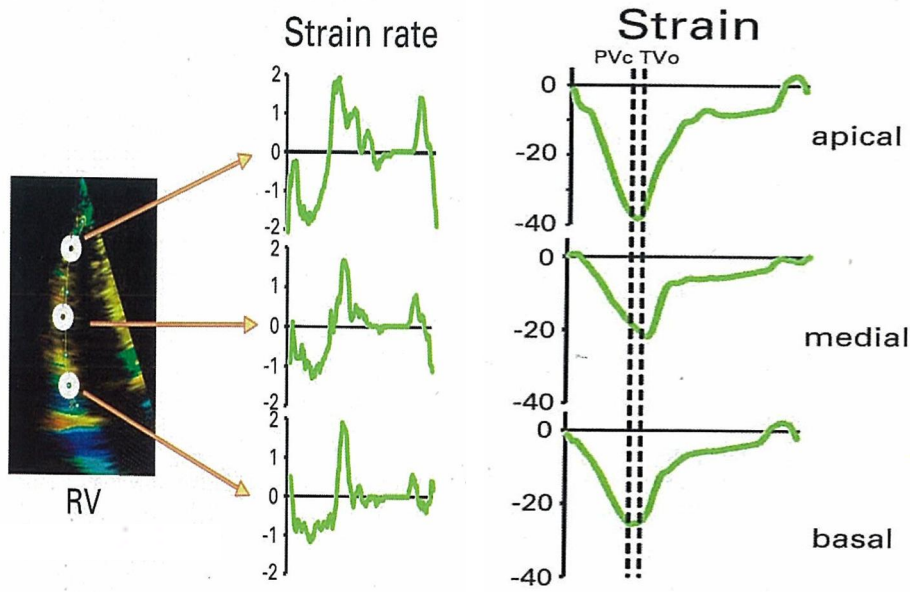
RV serbest duvarında longitudinal ve oblik fiberler ağırlıkta iken, LV lateral duvarında sirküler orta duvar fiberleri baskındır. Septumda ise her ikisinin karışımı mevcuttur. RV peristaltizm benzeri kontraksiyonu paterni olup RV giriş yolundan başlayıp anatomik ve fonksiyonel olarak RV çıkış yoluna doğru uzanmaktadır. Son çalışmalarda RV sistolik fonksiyonuna sinüs ve infundibulum segmentlerini katkısının eşit olmadığı gösterilmiştir.RV sinüsü kombine end diastolik volümün %81 inin kombine stroke volümün %87 isini oluşturmaktadır. Aynı zamanda RV sinüs fiber kısalmaları da infundibulumdan daha fazladır. Bu RV serbest duvarının daha fazla hareketini açıklamaktadır. Normal bireylerde pulmoner arter impedansı sistemik impanstan daha düşüktür. Bu nedenle RV, LV ile kıyaslandığında daha düşük arteryük ile karşı karşıyadır. Pulse doku dopler ile yapılan çalışmalarda RV bazal myokard segmenti komşu anulustan çok daha yüksek piksistolik velositelere sahipken septal ve lateral LVanuler hareket aynı segmentlerin bazal myokardına göre daha yüksek velositelere sahiptir. Normal basınçta RV lateral duvarın ölçülebilen İVRT yoktur. Sistolik hareketin sonu erken doluş hareketi ile birleşir. Ancak artan RV basınçla beraber İVRT de artış olur. Bu artış artan PAB sistolik ile ilişkilidir (53-58).



Şekil 12: A:RV serbest duvar, septum ve LV lateral duvar sistolik velositelerinin karşılaştırılması
 B:RV ve LV Radyal ve longitudinal velositelerinin karşılaştırılması
 C:RV Radyal ve longitudinal velositelerinin yaşla karşılaştırılması
 D:RV diyastolik velositelerinin ,radyal foksionların yaşla karşılaştırılması



Şekil 13: 1. RV ve LV Strain değerlerinin miyokardiyal velositeler ile karşılaştırılması
 2. RV ve LV Strain değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 14: RV ait bölgesel S/SR değerlerinin elde edilmesi ve karşılaştırılması

Normal Strain değerlerini belirlemek için, Weidemann ve ark.(60) 33 sağlıklı çocukta bölgesel longitudinal ve radial S/SR ölçmüşlerdir. Longitudinal strain ve strain rate LV e kıyasla RV de anlamlı bir şekilde daha yüksekti, ve RV serbest duvarı mid kısmında en yüksek değerlere sahip olduğu gözlenirken (pik sistolik strain -45 ± 13 strain rate $-2,8 \pm 0,7$ /sn). Kukulski ve ark. verilerinde orta yaşlı normal bireylerde RV serbes lateral duvara ait S/SR verileri incelendiğinde yine rate LV e kıyasla RV de anlamlı bir şekilde daha yüksekti ve RV serbest lateral duvarın apikal kısmında en yüksek değerlere sahip olduğu gözlendi (58) (Tablo-5). Aynı grup (61), Fallot tetralojili hastalarda S/SR kontrollere kıyasla daha düşük olduğunu tespit ettiler (strain -22 ± 8 , strain rate $-1,5 \pm 0,6$ /s, sırasıyla, $p < 0,001$). Benzer şekilde, Dambrawnkaite ve bilateral akciğer nakli yapılmış hastalarda, S/SR değerleri anlamlı olarak artmıştı, akciğer naklinin sebep olduğu afterload azalmasına bir yanıt olarak daha büyük RV miyokardiyal kontraktilitesini görüşünü savundular (73).

Eyskens ve ark.(62) kontrol grubuna kıyasla Senning prosedürü ile transpozisyon yapılan hastalar anlamlı olarak daha düşük pik sistolik S/SR' e sahipti (-16 ± 7 ye karşılık -38 ± 13 ve $-1,1 \pm 0,4$ /se karşılık $-2,5 \pm 0,9$ /s, sırasıyla, $p < 0,05$). Önemli olarak, bölgesel longitudinal RV sistolik strain değerleri ve MRGI ile RV ejeksiyon fraksiyonu arasında anlamlı bir korelasyon vardı. Lopez-Candales ve ark.(63) pulmoner HT

hastaları (ortalama pab=78 24 mm hg) sağlıklı bireylere kıyasla daha düşük RV longitudinal serbest duvar strain ine sahiptiler(-21,5±%9,0 a karşılık 28,0±%4,1,p<0,01). Di Salvo ve ark, cerrahi ve perkütan ASD kapatılmasından önce ve sonra RV strain değerlerini karşılaştırdılar, RV sistolik ve diyastolik SR değerlerinin cerrahi sonrası azaldığını buldular (daha az negatif, daha fazla anormal vs). Abd El Rahman ve ark.(64) cerrahi ve perkutan ASD kapatılmasına kıyasla kontrollerde benzer sonuçları buldular. Urheim ve ark.(65) RV stroke volum indeksinin en iyi şekilde RV doku yer değişimi ve sistolik strain ile öngörüldüğünü göstererek, invazif olarak ölçülen RV stroke volum indeksi ile RV strain değerlerini karşılaştırdılar. Ailesel sistemik amiloidozislu kalp tutulumu olan hastalarda, Lindqvist ve arkadaşları (66), kontrollere kıyasla DD ile ölçülen RV isovolumik kontraksiyon zamanlarının uzamış olduğunu ve RV serbest duvar straininin azaldığını gösterdiler. Vitarelli ve ark.(67) obstruktif pulmoner hastalık ve pulmoner HT (>35 mm hg)lu hastalarda pulmoner HT'ü olmayan hastalar ve kontrollere kıyasla RV S/SR azaldığını buldular. Özetle ,değişik hastalık guruplarında ve özellikle konjenital kalp hastalığında DD kaynaklı RV straini segmental kontraktıl fonksiyonların sensitif bir indexidir ve RV performansının MRG ile ve invazif olarak ölçümü ile koreledir.

Tablo 5: RV Serbest Lateral Duvarın Normal Longitudinal Sistolik ve Diyastolik Fonksiyonları (58)					
Segmentler	Velositeler (cm/sn)		SR (s ⁻¹)		Strain ε (%)
Bazal	9.72±2.26		1.5±0.41		19±6
Orta (mid)	8.65±2.31		1.72±0.27		27±6
Apikal	6.60±2.05		2.04±0.41		32±6
	E	A	E	A	
Bazal	10.04±2.15	7.9±2.10	2.28±1.08	1.16±0.52	
Orta (mid)	8.56±2.27	6.97±1.94	2.14±0.84	1.35±0.39	
Apikal	6.66±2.34	4.87±1.84	2.58±0.94	2.58±0.85	

SR:strain rate, E: erken diyastolik dalga A: Geç diyastolik dalga

2.4.4 Klinik Yansımalar

Klinik pratikte RV DD ve strain görüntüleme, RV fonksiyonu 2 boyutlu ölçüm ya da izlem ile normal görünürken ,yine de RV disfonksiyonundan şüphe edilirken ya da konvansiyonel belirteçlerle RV fonksiyonunun belirlenmesi şüpheli olduğu zaman faydalıdır. Örneğin, LV kardiyomyopati ancak 2 boyutlu inceleme ve konvansiyonel doppler ile RV disfonksiyonu kanıtının olmadığı bir hastada, azalmış RV DD ya da strain rate hızları RV ün de bağımsız olarak kardiyomyopatiden etkilenmiş olduğuna işaret edebilir, ya da sol atrial basınçların kronik elevasyonunun sonuçlarından zarar gördüğüne işaret edebilir (68,69). Diğer taraftan ,RV genel olarak geniş ve iki boyutlu incelemede ciddi disfonksiyonu olduğu zaman tanıya yönelik DD ya da strain değerlerinin düşmesinin gösterilmesinin ekleyeceği çok az şey vardır. Bununla beraber giderek düşen RV DD velositelerinin ve strain parametrelerinin gösterilmesinin prognostik yansımaları ve anormal RV fonksiyonlarının gösterilmesi konvansiyonel ölçümdeki gibi değerlendirilebilir olması olabilir (68-70). Ayrıca baskılanmış RV DD hızlarının gösterilmesinin terapötik yansımaları da olabilir. Örneğin akut pulmoner embolide DD kaynaklı RV myokardiyal performans indeksinde iyileşme antikoagülasyonun etkinliğinin sonuçlarını göstermiştir (71). Böylece konvansiyonel ekokardiyografideki RV disfonksiyonun şüpheli bulgularının anlamlı şekilde baskılanmış RV hızları intravenöz trombolitik tedavi kararını etkileyebilir. Çünkü RV DD ve strain görüntülemenin terapötik yansımaları üzerine veri yetersizliği vardır. Bununla beraber ekokardiyografik araçlara RV ün DD ve strain analizinin eklenmesi RV fonksiyonunun değerlendirilmesinde kullanıldığı,ancak ek olarak MRG'nin yardım edici olduğu durumlar vardır. Bunlar aritmojenik RV displazisinin gösterilmesi ve kompleks konjenital kalp hastalardır ve özellikle kronik RV disfonksiyonlu hastalarda ileri cerrahinin potansiyel faydasına karar vermeye yardımcı olur (72).

2.4.5 RV'ün Doku Dopler ve Strain Görüntülemenin Sınırlılıkları

RV DD görüntülemenin uygun kullanım için dikkat edilmesi gereken bazı önemli sınırlılıkları vardır. İlk olarak triküspit kapak hastalığı DD longitudinal hızlarının azalmasına yol açabilir, böylece aktüel RV myokardiyal hızlarını yansıtamayabilir. Prostetik triküspit kapaklı ,triküspit stenozlu ,anlamlı triküspit yetmezlikli, triküspit annuloplastili ve anlamlı triküspit annuler kalsifikasyonlu hastaları içeren vakalar gibi (68-70). Sinüs dışı bir ritmdeki hastalar için RV DD görüntüleme henüz

onaylanmamıştır ve bu nedenle böyle hastalar DD analizinden dışlanır (68-70). DD kullanarak RV fonksiyonunu değerlendirmeyi amaçlayan nispeten bir çok çalışma olsa da, bu çalışmalarda hasta sayısı göreceli olarak küçüktür,ve birkaç tanesi prospektiftir. Ek olarak özellikle konjenital olmayan kalp hastarı popülasyonunda ,RV DD görüntülemeyi onaylamak için invazif hemodinamikleri kullanan görece olarak az sayıda çalışma vardır. MRG konjenital kalp hastalarında RV fonksiyonları için artan şekilde daha fazla kullanıldığı için, RV DD değişkenlerini DD kullanarak sunan bazı veriler olmasına rağmen ileri sonlanım verileri özellikle konjenital kalp hastalarında gereklidir. Önemli olarak, RVDD RV değerlendirmesinde tek başına kullanılmamalıdır, diğer 2 boyutlu ve doppler eko değişkenleri ile kombine edilmelidir (fraksiyonel alan değişimi,ejeksiyon fraksiyonu,RV Tei index ,pulmoner arter sistolik basıncı). RV fonksiyonunun kapsamlı eko doppler değerlendirmesini sağlamak için doğru teknikle RV DD performansı kritik bir öneme sahiptir. Bu faktörlerden en önemlisi apikal görünümde RV serbest duvar yönü ile doppler sinyallerinin paralel olarak hizalanmasıdır ki bu sıklıkla sonografin RV için standart görüntüleme açısını ayarlamasını gerektirir. RV TD hızlarının anlamlı şekilde olduğunda daha fazla ölçülmesine yol açabilir, potansiyel olarak RV fonksiyonunun olduğundan fazla ölçülmesine yol açar,bu nedenle Doppler gain ileri mümkün olduğunca en düşük seviyede olmalıdır. Parasternal görünümde , radial RV miyokardiyal hızları elde edilebilir. RV duvar kalınlığı bu yaklaşımı sınırlasa da bu tekniğin onaylanması üzerine az sayıda veri vardır. RV duvarları tam olarak görülemediği zaman DD kaynaklı veriler ölçülebilirse de ,RV nin zayıf vizualizasyonu doğru myokardiyal hız elde edilmesinin büyük ölçüde sınırlayabilir. Konvansiyonel DD görüntülemenin primer sınırlılıklarından biri de nonfonksiyonel bir segmentin normal fonsiyonlu komşu bir segmente bağlanmak suretiyle örneklemede yeterli myokardiyal hızlara sahip olabilir olmasıdır. Strain analizi, DD datalarından elde edilen deformasyonun ölçümü,ve strain rate (deformasyon hızı) spesifik bir myokardiyal bir segmentin deformasyon ölçümü ile bu problemin üstesinden gelebilmektedir (59). Segmental myokardiyal bağlanma probleminin DD kaynaklı strain görüntüleme ile üstesinde gelinebilirse de, strain hala aç ve yüke bağımlıdır, görece ince RV duvarı verilen RV miyokardiyal segmentini sorgulamaya meydan okuyabilir (59). Benzer bir problem ,dilate ya da incelmış RV duvarında kısa aks görünümde radial strain ölçümünün özellikle önemlidir; myokardiyal deformasyon ve deformasyon hızının 2 referans nokta ile ölçümü çok fazla yakınlaşmış olabilir

(örnek:infarktüs ve aritmojenik RV displazisinde). Myokardiyal hareket ve deformasyonun yeri ve 2 boyutlu ölçümleri yeni görüntüleme tekniklerinden olan speckle görüntüleme ve hız vektör görüntüleme ile DD kaynaklı tekniklerin bu açı bağımlılık sınırlılıklarının üstesinden gelebilir.

Sonuç olarak;

RV DD görüntüleme verilerin toplamı göstermiştir ki, farklı ve geniş hasta popülasyonlarında değerlendirme yapılırken karşıt değişkenliklere rağmen, RV DD görüntüleme uygulanabilir, tekrar edilebilir ve RV sistolik ve diyastolik ekokardiyografik ölçümlerine kolayca fayda sağlayabilir. Ek olarak RV DD değerleri ile kalp hastalarında klinik sonuçlarımlar öngörebilir. Belkide RV DD ve strain görüntülemenin en çok ilgi uyandıran özelliği hastalık henüz konvansiyonel görüntüleme modaliteleri ile tespit edilmeden subklinik hastalığı tespit etmesidir. Böylece klinik alanda RV DD ,RV fonksiyonlarının kapsamlı eko-doppler değerlendirmesinde ek bir ölçüm fonksiyonuyla yer almaktadır. Bu güne kadar yayınlanmış verilere bakılarak, RV ün DD ölçümü TTE ile RV ün kapsamlı eko-doppler ölçümünü tamamlayıcı kolay ve hızlı uygulanabilir bir yöntemdir.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Hasta Grubu

Çalışmanın Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından onayı alındıktan sonra (26.9.2008 tarihli, Toplantı Sayısı 9, Karar Sayısı 2008/267) Eylül 2008 ile Haziran 2009 tarihleri arasında, Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Hastanesi (SÜMTFH) Kardiyoloji Koroner Yoğun Bakım Ünitesi'ne, Akut Anterior STYMI tanısı ile yatırılan 52 hasta dahil edildi. 2 hastanın kayıtları kaybolduğu için çalışmadan çıkarıldı

Hastaların çalışmaya alınma kriterleri şunlardı:

- Akut Anterior STYMI nedeniyle ilk 12 saat içinde perkütan revaskülarizasyon uygulanan
- Akut Anterior STYMI nedeniyle fibrinolitik tedavi uygulanan ve 12 saat içinde kurtarıcı perkütan girişim uygulanan hastalar
- Koroner anjiyografi yapılarak lezyon lokalizasyonu gösterilmiş Akut Anterior STYMI nedeniyle başarılı fibrinolitik tedavi uygulanan hastalar
- Sinüs ritmi olan ve <80 yaş hastalar
- RCA'de inferior duvar ve sağ ventrikül fonksiyonlarını etkileyebilecek önemli darlığı (>%50) olmayan hastalar

Aşağıdakilerden herhangi birine sahip hastaların sağ ventrikül fonksiyonları etkilediği için çalışmaya dahil edilmedi:

- İlk 12 saatin dışında hastaneye başvuru,
- Hemodinamik instabilite, Killip ≥ 2 ve ciddi kapak hastalığı varlığı
- Rekürren perkütan girişim (akut stent trombozu),
- Geçirilmiş anterior mi hikayesi veya LAD artere PTCA hikayesi,
- Pulmoner hipertansif hastalar,
- KOAH' lı hastalar,
- Pulmoner tutulumu olan sistemik hastalık hikayesi (Sarkoidoz, Romatoid Artrit, Skleroderma),
- Geçirilmiş Pulmoner Emboli hikayesi,
- Malignitesi olan hastalar,
- Kronik böbrek yetmezliği ve karaciğer yetmezliği,
- Atriyal fibrilasyon, sık ventriküler ekstra sistol ve av tam blok gelişen hastalar,

3.2. Kontrol gurubu:

Kontrol gurubuna >25 yaşından ve <80 yaşından, daha 6nceden herhangi bir merkezde koroner anjiografisi yapılarak normal koroner anatomi veya anlamlı darlığa (<%50) yol amayan koroner lezyonu olan hastalar dahil edildi. RV fonksiyonlarını etkileyen hasta gurubundaki dışlanma kriterleri sorgulanarak çalışmaya uygun 20 hasta dahil edildi. Hastaların yaş, cinsiyet, boy ve kiloları, koroner arter hastalığı risk fakt6rleri kaydedildi. Beden k6tle indeksleri (BKİ) $[Kilo/(Boy)^2]$ şeklinde hesaplandı. M6racaat nabız sayıları ve kan basınçları kaydedildi. T6m hastalara çalışma hakkında bilgi verildi ve ekokardiyografik 6l6mler için yazılı onam belgesi alındı.

3.3. Protokol

3.3.1 Ekokardiyografi

Hastalara, Akut anterior STYMI sonrası en geç 3 g6n içerisinde ekokardiyografi işlemi uygulandı. 6l6mler için Philips Envisor-HD11XE ekokardiyografi cihazı ile 2-4 mHZ fazlı transduserler kullanılarak yapıldı. Ekokardiyografi, elektrokardiyografi eşliğinde yapıldı. Konvansiyonel 6l6mler, doku doppler 6l6mleri ve strain g6r6nt6leme 6l6mleri sol lateral dekubit pozisyonda standart apikal 2-4 boşluk ve parasternal uzun-kısa aks g6r6nt6leri kullanılarak elde edildi. Sağ ventrik6l 6l6mleri için parasternal kısa akstan pulmoner çıkış yolu ve pulmoner kapak 6l6mleri ile apikal 4 boşluktan sağ ventrik6l lateral duvarı ve trik6spit inflowu kullanıldı. Kayıtlar hastalar ekspiryumda nefeslerini tutarken alındı. 6l6mler, ardışık 6 atımdan yapılarak ortalama değer olarak verilerdi. 6l6mler ekokardiyografi cihazına kaydedilerek cd ortamına off-line analizine uygun DICOM formatında kaydedildi. Hastaların 6l6mleri off-line analiz y6ntemi ile yapıldı.

T6m 6l6mler alınırken Amerikan Ekokardiyografi Cemiyetinin tavsiye ettiği kriterler g6z 6n6nde bulunduruldu (45). Standart parasternal uzun eksen g6r6nt6lerden sol atriyum, aort çapı, sol ventrik6l sistol ve diyastol sonu çapları, septal ve arka duvar kalınlıkları 6l6ld6. Apikal d6rt ve iki boşluk g6r6nt6lerden sol ventrik6l sistol ve diyastol sonu vol6mleri ve EF, modifiye Simpson metodu kullanılarak 6l6ld6(97). EF değerleri hasta grubunda 1. EF>%40 2. EF<%40 şeklinde kaydedildi. Sol ventrik6l duvar hareketlerine g6re 1=normokinetik, 2=hipokinetik, 3=akinetik, 4=diskinetik, 5=anevrizma puan verilerek toplam sol ventrik6l duvar hareket skoru ve bu sayının değerlendirilen segment sayısı olan 16 rakamına b6l6nmesiyle sol ventrik6l duvar hareket indeksi (SVDHI) hesaplandı. Renkli akım g6r6nt6leme y6ntemi kullanılarak

kapak yetmezlikleri ve devamlı akım (CW) Doppler kullanılarak triküspid yetmezliği üzerinden tahmini sistolik pulmoner arter basıncı (PAB) bulundu. Transmitral akım örnekleri, PW Doppler ile apikal dört boşluk görüntülerde örnek volümü, kan akımına paralel olacak şekilde, mitral ve triküspit kapak uçları hizasına yerleştirilerek elde edildi. Elde edilen kayıtlardan mitral ve triküspit için pik E hızı, pik A hızı, EDZ ölçüldü ve E/A oranı hesaplandı. Sol ventrikül çıkış yolu akımı ve mitral doluş akımı birlikte kaydedilerek İVKZ, İVRZ ve ejeksiyon zamanları saptandı. Sağ ventrikül için parasternal kısa akstan sample volum pulmoner kapağın hemen altına yerleştirilerek sağ ventrikül çıkış yoluna ait (RVOT) ölçümler elde edildi. Bu ölçümlerden RV ET hesaplandı. Triküspit inflow üzerinden total RV sistol ölçüldü. LV ölçümleriyle elde edilen İVKZ, İVRZ toplamının ejeksiyon süresine bölünmesi ile LV konvansiyonel miyokard performans indeksi (MPI) hesaplandı. RV çıkış yolu ve triküspit inflowdan alınan değerlerden RV MPI total RV sistolden RV ET çıkarılarak bu değer RV ET bölünmesiyle elde edildi. (98).

$$LV MPI = (\dot{I}VRZ + \dot{I}VKZ) / ET$$

$$RV MPI = (Total RV sistol - RV ET) / RV ET$$

Doku Doppler Görüntüleme:

Pulse wave Doku Doppler (PWTDi) yöntemiyle apikal 4 boşluk görüntüleri kullanılarak sağ ventrikül ve lateral duvardan ölçüm alındı. PWTDi kayıtları, sample volüm SV lateral mitral annülüsüne, RV için triküspit lateral anülüsüne yerleştirilerek elde edildi. Her bir segmentin Sm, Em, Am hızları ölçüldü. SV lateral duvarı için Em/Am ve mitral E/Em oranları hesaplandı. Tüm elde edilen bu değerler kullanılarak LV ve RV Sm, Em/Am, mitralve triküspit E/Em değerleri hesaplandı. Her bir duvarın İVKZ, ET ve İVRZ değerleri ölçüldü. Hem RV hem de LV için “($\dot{I}VRZ + \dot{I}VKZ$) / ET” formülü kullanılarak doku Doppler MPI’si hesaplandı.

$$LV MPI (TDi) = LV (\dot{I}VRZ + \dot{I}VKZ) / ET$$

$$RV MPI (TDi) = RV (\dot{I}VRZ + \dot{I}VKZ) / ET$$

Doku Doppler temelli Strain/Strain Rate Görüntüleme:

Hastaların sağ ventriküle ait doku doppler incelemesi apikal 4 boşluktan sağ ventrikül lateral duvarın görüntülenmesi ile başladı. Doku doppler için renk skalası ≤ 20 ve harmonik 2 görüntüleme ayarlandı. Uygun renk kazancı elde edilerek sağ ventrikül lateral duvarın triküspit anülüsünü oluşturduğu bölgenin en fazla 1 cm üstüne gelecek şekilde PW doppler ile ölçümler alındı. PW dopplerin sample genişliği (gate)

0.33 cm olarak ayarlandı. Doku doppler ölçümleri için görüntü kayma hızı 100 mm/sn olarak ayarlandı, renk skalası renksiz (gri) tona ayarlandı. Ölçümler için PW aksı RV longitudinal aksına en fazla $<20^\circ$ yapıldı. Strain/strain rate görüntüleme için sağ ventrikül lateral duvarın görüntü açısı kazancı artırmak için daraltıldı, her görüntü için açı düzeltilmesi yapıldı. Her ölçüm için en az 3 atım kaydedildi. Renkli kayıtlar için frame hızı >120 fr/sn olarak ayarlandı. Bu ayarlar ile Strain, strain rate görüntüleme için görüntü kaydedildi. Off-line analiz için Philips Envisor-HD11XE cihazına uyumlu QLab (Philips) analiz programı kullanıldı. Sağ ventrikül QLab programı ile analize başlandı. Sağ ventrikül lateral duvar bazal, mid ve apikal kısmına M mod ile RV miyokardını örneklemeler yapıldı. M mode genişliği RV miyokardını geçmeyecek şekilde ve hesaplama çizgisinin uzunluğu en fazla 1cm olacak şekilde ayarlandı. Bu ölçümler sonucunda bazal, mid ve apikal duvarlara ait ayrı ayrı miyokardial velositeler, Strain ve Strain rate değerleri elde edildi. Bu değerlerin ortalamaları alınarak kayıt yapıldı.

3.3.2. Koroner Anjiyografi

Koroner anjiyografi multiplan sineanjiyografi sistemi, Philips Optimus 200 DCA anjiyografi cihazı (Philips Medical Systems, Shelton, CT, ABD) ile yapıldı. Sağ veya sol transfemoral yaklaşım ve Judkins tekniği ile standart pozisyonlarda selektif koroner anjiyografi yapıldı. Opak madde olarak iopromide (Ultravist 370, Schering AG, Berlin, Almanya) kullanıldı. Arteriyografiler, 35 mm sinefilm kullanılarak 25 kare/sn hızda kaydedildi. Anterior STEMI'e yol açan infarkt sorumlu lezyonlar belirlendi. Bu lezyonlar sınıflandırması aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

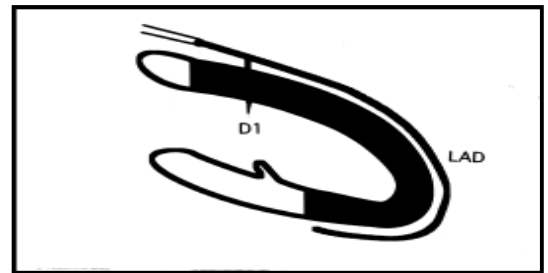
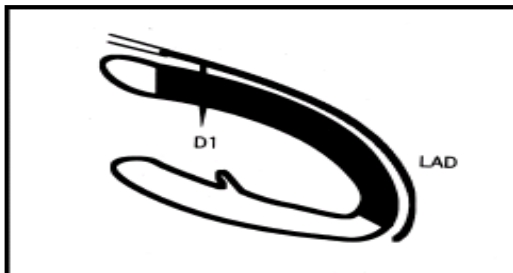
LAD proksimal lezyonlar, 1. Diyagonal öncesi

LAD mid lezyonlar, 1. Diyagonal sonrası 2. Diyagonal öncesi

LAD distal lezyonlar, 2. Diyagonal sonrası

A: Apikali Dönmeyen (Non-wrapped) LAD: LAD apikalde sonlanıyor, diyafragmatik yüze (inferior) geçiş göstermiyor

B: Apikali Dönen (Wrapped) LAD: LAD apikalde sonlanmıyor, diyafragmatik yüze (inferior) geçiş gösteriyor.



3.3.3 İstatistiksel Analiz

Çalışmanın istatistiksel analizi, SPSS Version 15.0 programı (SPSS Inc., Chicago, Illinois, ABD) ile yapıldı. Sonuçlar ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde sunuldu. Hastaların ekokardiyografik verilerinin ortalama ve oranlarının, kontrol gurubu ile değerlendirmek için parametrik ise Student's t testi, nonparametrik ise Mann-Whitney U testi kullanıldı. Bağımlı değişkenler arasındaki ilişki korelasyon analizi ile değerlendirildi. LAD lezyonları ve EF değerleri ile Hasta grubunun ekokardiyografik verileri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek tek yön ANOVA ve ki kare testleri kullanıldı. Bu değerler arasındaki kolerasyon için Pearson ve Spearman kolerasyon analizleri kullanıldı. Tüm testler için iki taraflı p değerinin ≤ 0.05 olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmaya toplam 70 hasta dahil edildi. 50 hasta grubu, 20 hasta kontrol grubu olarak değerlendirildi. Hastaların demografik özellikleri tablo-6 de özetlenmiştir.

Çalışmaya alınan hastaların büyük bölümü orta yaşlı (ortalama 55,3 yaş) erkeklerdi. Hasta grubuna özellikle yaş ile örtüşen kontrol grubu oluşturuldu. Kontrol grubunda kadın oranı ve hasta grubunda DM ve HT oranları nispeten fazla olmasına rağmen birbirile arasında istatistiki fark oluşmamıştır.

Tablo 6: Olguların Demografik Özellikleri			
Değişkenler	Hasta Grubu (N=50)	Kontrol Grubu (N=20)	P değeri
Yaş(yıl)	55,3±12,9	54,8±12,2	AD
Kadın	8 (%18)	7 (%35)	AD
VKİ(kg/m ²)	28,1±4,6	27,1±3,6	AD
HT	15 (%30)	3 (%15)	AD
Sigara	20 (%40)	7 (%35)	AD
DM	11(%22)	2 (%10)	AD
Heredité	7(%14)	2 (%10)	AD

HT: Hipertansiyon, DM: Tip 2 Diyabetes Mellitus, VKİ: Vücut Kütle indeksi,

Hastaların ekokardiografik ve anjiografik özellikleri tablo-7 da özetlenmiştir. LAD lezyonları lezyon lokalizasyonu ve sonlanım özelliklerine göre sınıflanmıştır.

Konvansiyonel ekokardiografik ölçümlerden EDZ Sol, MPİ Sol(konvan), MPİ Sol (TDi), Sm Sol, MPİ Sağ (TDi) ve MPİ Sağ(konvan) her iki grup anlamlılığa ulaşmıştır. İstatistiki olarak anlamlı değerler, LV EF ve LAD lezyonlarına göre yeniden değerlendirilmiştir. Bu sonuçlara göre Akut Anterior STYMİ sonucunda hem sağ ventrikül hem de LV MPİ blirgin olarak azalmıştır. LV MPİ LAD gövde lezyonlarında belirgin olarak artmaktadır (Tablo 8). RV MPİ de yüksekliğin LAD lezyonları arasında ilişki tespit edilmedi (Tablo 9). İstatistiki olarak anlamlı değerler EF'nuna göre analiz edildiğinde EF artışıyla hem sağ hemde sol ventrikül MPİ azalmaktadır fakat EF%40

altındaki grup ile EF%40 üzerindeki grup arasında belirgin fark bulunmamıştır (Tablo 10).

Tablo 7: Hastaların Ekokardiografik ve Anjiyografik özellikleri			
Mi süresi (saat)	7,05±5,5		
Mi sonrası Eko yapılma Süresi (saat)	23,6±15,8	LAD sonlanması	
LAD leyzonu		Non-wrapped	30 (%61)
Proksimal	23(%46)	Proksimal	13 (%27)
Mid	22(%44)	Mid	17 (%34)
Mid +Distal	26(%54)	Wrapped	17 (%39)
		Proksimal	10 (%26)
		Mid	7 (%13)

Apikali Dönen (Wrapped) LAD

Apikali Dönmeyen (Non-wrapped) LAD

Tablo 8: Konvansiyonel Ekokardiyografi Parametrelerin Sonuçları							
	Hasta Grubu (n=50)	Kontrol Grubu (n=20)	P değeri		Hasta Grubu (n=50)	Kontrol Grubu (n=20)	P değeri
SVDSÇ (cm)	4,7±0,4	4,5±0,4	AD	Trik E vel cm/s	47,2±7,3	47,8±9	AD
SVSSÇ (cm)	3,0±0,5	2,9±0,5	AD	Trik A vel	56±32	47,3±9,3	AD
EF ort.(%)	42,8±8,2	64±4,5	0,001	EDZSağ (ms)	152,7±58,3	174±42	AD
Mitral E vel cm/s	73,2±13,4	71,5±17,6	AD	E/Em Sağ	4,5±1,6	5,0±1,6	AD
Mitral A vel	78,6±18,9	82,8±38,2	AD	MPİ Sağ(konvan)	0,32±0,12	0,24±0,96	0,015
EDZ Sol (ms)	142±33,6	163,4±40,5	0,03	MPİSağ(TDi)	0,55±0,22	040±0,10	0,007
E/Em Sol	10,4±1,7	6,4±2	AD	SmSağ(cm/sn)	12,3±2,2	13,1±2,0	AD
MPİ Sol(konvan)	0,48±0,9	0,43±0,7	0,026	PAB	27±6,3	26±4,7	AD
MPİ Sol (TDi)	0,70±0,17	0,45±0,10	0,001	SmSol(cm/sn)	6,96±1,37	9,77±1,9	0,001

EF: Ejeksiyon Fraksiyonu, E: Erken diyastolik transmitral akım hızı, A: Geç diyastolik transmitral akım hızı, EDZ: E dalgası deselerasyon zamanı, Sm: peak sistolik miyokardiyal velosite, Em: Diyastolik erken peak miyokardiyal velosite, Am: Diyastolik geç peak miyokardiyal velosite, MPİ: Miyokardiyal performans indeksi, SVSSÇ: Sol ventrikül Sistol Sonu Çapı, SVDSÇ: Sol ventrikül Diyastol Sonu Çapı

Tablo 9: LAD Lezyonuna ve Seyrine göre Konvansiyonel Parametrelerinin Karşılaştırılması

	LAD Proksimal N=22	LAD Mid(gövde) N=23	P değeri	LAD Non-Wrapped	LAD Wrapped	P
EF ort.(%)	42,6±7,3	43,3±8,9	AD	42,5±8,1	45±8,5	AD
EDZ Sol (ms)	138±36	149±33	AD	140±35	142±36	AD
MPİSol(konvan)	0,48±0,11	0,49±0,8	AD	0,48±0,10	0,48±0,10	AD
MPİ Sol (TDi)	0,67±0,18	0,79±0,17	0,024	0,69±0,14	0,76±0,24	AD
Sm Sol (cm/sn)	6,8±1,6	6,9±1,0	AD	7,1±1,4	6,6±1,3	AD
MPİSağ(konvan)	0,33±0,11	0,35±0,11	AD	0,31±0,13	0,35±0,08	AD
MPİ Sağ (TDi)	0,56±0,29	0,56±0,17	AD	0,51±0,13	0,60±0,32	AD

EF: Ejeksiyon Fraksiyonu, EDZ: E dalgası deselerasyon zamanı, Sm: peak sistolik miyokardiyal velosite, Em: Diyastolik erken peak miyokardiyal velosite, Am: Diyastolik geç peak miyokardiyal velosite, MPİ: Miyokardiyal performans indeksi, Konvan:Konvansiyonel, TDi: Doku doppler inceleme

Tablo 10: EF'a göre Konvansiyonel Parametrelerinin Karşılaştırılması

	EF <% 40 Altında N=22	EF >% 40 Üzerinde N=28	P değeri
EDZ Sol (ms)	138±36	149±33	AD
MPİ Sol(konvan)	0,48±0,11	0,49±0,8	AD
MPİ Sol (TDi)	0,67±0,18	0,79±0,17	AD
Sm Sol (cm/sn)	6,8±1,6	6,9±1,0	AD
MPİ Sağ(konvan)	0,33±0,11	0,35±0,11	AD
MPİ Sağ (TDi)	0,56±0,29	0,56±0,17	AD

EF: Ejeksiyon Fraksiyonu, EDZ: E dalgası deselerasyon zamanı, Sm: peak sistolik miyokardiyal velosite, Em: Diyastolik erken peak miyokardiyal velosite, Am: Diyastolik geç peak miyokardiyal velosite, MPİ: Miyokardiyal performans indeksi, Konvan:Konvansiyonel, TDi: Doku doppler inceleme

Tablo 11: DD temelli RV S/SR Değerlerinin Karşılaştırılması			
	Hasta Grubu (n=50)	Kontrol Grubu (n=20)	P değeri
RV SM1	5,6±1,7	7,1±2,3	0,01
RV SM2	3,2±1,7	4,4±1,8	0,03
RV SM3	1,5±1,2	2,1±0,8	0,049
RV SM ort	3,4±1,3	4,5±1,4	0,008
RV Emort	2,9±1,3	2,9±1,2	AD
RV Am ort	2,4±1,4	3,0±1,3	AD
RV STRAİN1	-21,4±6,8	-24,6±5,5	0,101
RV STRAİN2	-15,8±6,8	-22,0±15	0,003
RV STRAİN3	-8,6±5,4	-19,5±5,2	0,0001
RV STRAİN ort	-15,2±4,6	-22,0±4,6	0,0001
RV STRAİN RATE1	-1,9±0,9	-2,02±0,6	0,622
RV STRAİN RATE2	-1,4±0,7	-2,3±0,5	0,0001
RV STRAİN RATE3	-0,8±0,52	-1,8±0,55	0,0001
RV STRAİN RATE ort	-1,4±0,6	-2,04±0,4	0,0001

RV: Sağ ventrikül, Sm: peak sistolik miyokardiyal velosite, Em: Diyastolik erken peak miyokardiyal velosite, Am: Diyastolik geç peak miyokardiyal velosite, Ort: ortalama, 1: Sağ ventrikül bazal segment 2: Sağ ventrikül orta segment, 3: Sağ ventrikül apikal segment AD: Anlamlı değil

RV'ün Doku doppler verilerinde (strain/strainrate verileri ile elde edilen);RV ait 3 bölgenin myokardial velositelerinde kontrol grubuna göre anlamlı azalmalar tespit edilmiştir. Bu değerler tablo-11'de özetlenirken veriler şöyledir; RV bazal segment (Hasta grubu 5,6±1,7,Kontrol grubu 7,1±2,3, P: 0,01), RV orta segment (Hasta grubu 3,2±1,7,Kontrol grubu 4,4±1,8, P: 0,03), RV apikal segment için (Hasta grubu 1,5±1,2,Kontrol grubu 2,1±0,8, P: 0,049) ve RV ortalama değerleri (Hasta grubu 3,4±1,3,Kontrol grubu 4,5±1,4, P: 0,008) dir. Ortalama RV velositesindeki değişim kontrol grubuna göre hasta grubunda daha da belirgindir.

RV'ün S/SR verilerine bakacak olursak (Tablo-11); RV bazal segment (Hasta grubu S:-21,4±6,8,Kontrol grubu -24,6±5,5, P: 0,101= Hasta grubu SR -1,9±0,9 kontrol grubu SR -2,02±0,6 P:0,622), RV orta segment (Hasta grubu S -15,8±6,8,Kontrol grubu S -22,0±15, P: 0,003 = Hasta grubu SR -1,4±0,7, kontrol grubu SR -2,3±0,5,P:0,0001), RV apikal segment için (Hasta grubu S -8,6±5,4,Kontrol grubu S 19,5±5,2 P:0,0001= Hasta

grubu $SR-0,8\pm0,52$, kontrol grubu $SR -1,8\pm0,55$ $P:0,0001$) ve RV ortalama değerleri (Hasta grubu $S -15,2\pm4,6$ -,Kontrol grubu $S-22,0\pm4,6$ $P:0,0001$ = Hasta grubu $SR -1,4\pm0,6$,kontrol grubu $SR -2,04\pm0,4$ $P:0,0001$) dir. Bu sonuçlara göre RV orta ve apikal segmentlerdeki S/SR değerleri kontrol grubuna göre hasta grubunda oldukça anlamlı düzeyde düşüktür. RV ortalama S/SR değerlerindeki değişim de oldukça anlamlıdır.

Tablo 12: DD temelli RV S/SR Değerlerinin LAD Lezyonlarına göre Karşılaştırılması

LAD lezyonu	N	Ortalama	P Değeri	LAD lezyonu	N	Ortalama	P Değeri
RVS1 proksimal	22	-20,8 $\pm$ 6,8	AD	RVSR3 proksimal	22	-0,6 $\pm$ 0,5	AD
mid	23	-21,1 $\pm$ 6,4		mid	23	-0,8 $\pm$ 0,5	
RVS2 proksimal	22	-16,0 $\pm$ 6,1	AD	RVSRort proksimal	22	-1,2 $\pm$ 0,5	AD
mid	23	-16,5 $\pm$ 6,8		mid	23	-1,4 $\pm$ 0,5	
RVS3 proksimal	22	-8,1 $\pm$ 5,0	AD	RVSM1 proksimal	22	5,7 $\pm$ 1,8	AD
mid	23	-8,8 $\pm$ 4,5		mid	23	5,3 $\pm$ 1,8	
RVSort proksimal	22	-15,0 $\pm$ 4,3	AD	RVSM2 proksimal	22	3,3 $\pm$ 1,5	AD
mid	23	-15,5 $\pm$ 3,9		mid	23	2,9 $\pm$ 1,4	
RVSR1 proksimal	22	-1,7 $\pm$ 0,9	AD	RVSM3 proksimal	22	1,2 $\pm$ 0,9	AD
mid	23	-1,9 $\pm$ 0,8		mid	23	1,6 $\pm$ 1,3	
RVSR2 proksimal	22	-1,3 $\pm$ 0,6	AD	RVSMort proksimal	22	3,4 $\pm$ 1,1	AD
mid	23	-1,4 $\pm$ 0,6		mid	23	3,3 $\pm$ 1,1	

RV: Sağ ventrikül,Sm: peak sistolik miyokardiyal velosite, Ort:ortalama, 1:Sağ ventrikül bazal segment 2:Sağ ventrikül orta segment, 3: Sağ ventrikül apikal segment, S:Strain SR:Strain rate, $\pm$:Standart sapma, AD: Anlamlı değil

RV Doku dopler miyokardiyal velositeler ve S/SR parametreleri LAD lezyonları ve sonlanım özelliklerine ile EF'nuna göre yeniden değerlendirildi (Tablo 12-14).

EF %40'ın altında ve üzerinde olmak üzere gruplar oluşturuldu. RV ortalama Strain ve Strain rate değerleri EF %40'ın altında olan grupta EF %40'ın üzerinde olan gruba göre anlamlı olarak daha düşük bulundu. RV ortalama ve bölgesel miyokardiyal velositelerde EF'na göre değişiklik gözlenmedi (Tablo 12). EF ile RV ortalama velosite, S/SR değerleri arasında kolerasyon analizleri (Spearman ve Pearson kolerasyon testleri) yapıldı. Bu analiz sonuçlarına göre EF azaldıkça ortalama S/SR değerlerinde azalma tespit edilirken ortalama RV sistolik velositesinde değişiklik tespit edilmedi. EF ile ortalama S/SR değerlerinde pozitif kolerasyon tespit edildi.(şekil-15,17)

LAD lezyonları, lezyon lokalizasyonu ve sonlanım yerlerine göre gruplandırılarak analiz edildi (Kruskal-Wallis H testi). Grupların hiçbirinde bölgesel miyokardiyal velosite ve S/SR değerlerinde anlamlı değişiklik tespit edilmedi.

Tablo 13: DD temelli RV S/SR Değerlerinin EF ye göre Karşılaştırılması				
	LVEF	N	Ortalama	P değeri
RV S ort	<%40	22	-12,6±3,6	0,001
	>%40	28	-17,2±4,2	
RV SR ort	<%40	22	-1,06±0,4	0,002
	>%40	28	-1,60±0,5	
RV Sm ort	<%40	22	3,18±1,1	0,240
	>%40	28	3,65±1,3	

RV: Sağ ventrikül, Sm: peak sistolik miyokardiyal velosite, Ort:ortalama,

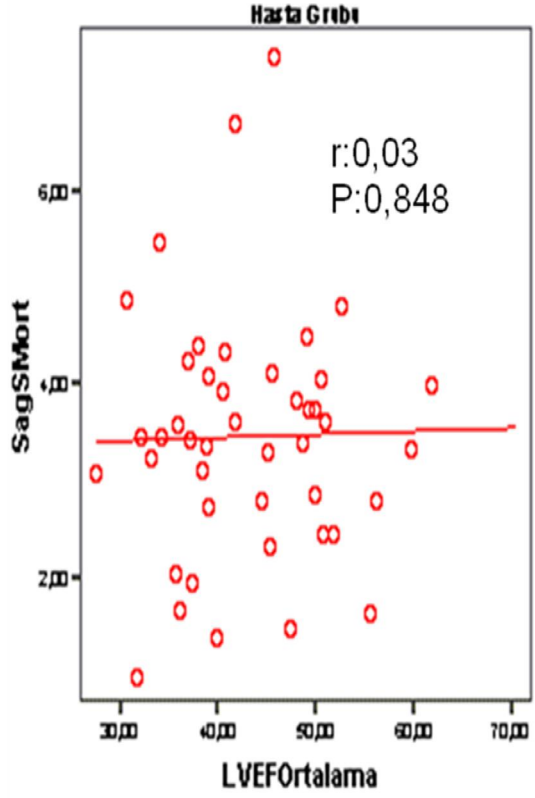
1:Sağ ventrikül bazal segment 2:Sağ ventrikül orta segment, 3: Sağ ventrikül apikal segment,

S:Strain SR:Strain rate, ±:Standart sapma, AD: Anlamlı değil

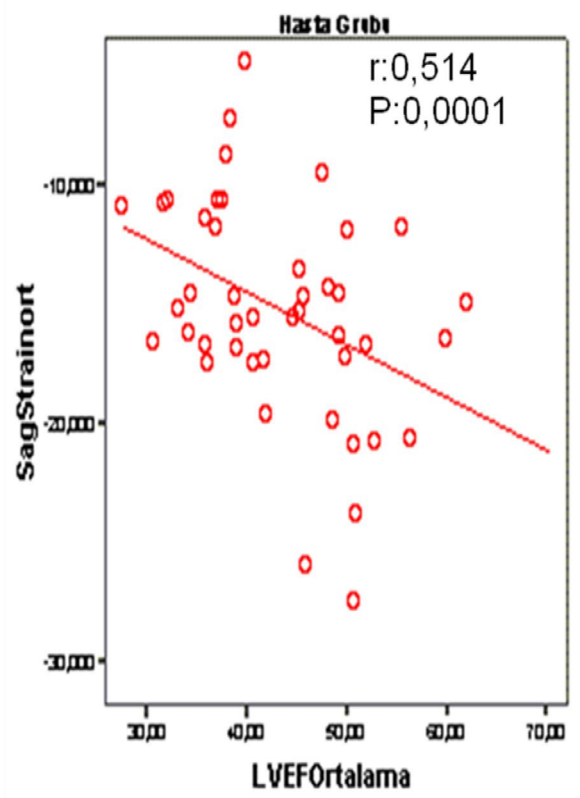
Tablo 14: DD temelli RV S/SR değerlerinin LAD Lezyonuna ve Seyrine göre Karşılaştırılması				
LAD lezyonu		N	Ortalama	P değeri
RV S ort	Non-wrapped proksimal	13	-14,9±5,8	0,765
	Non-wrapped mid	17	-15,1±4,4	AD
	Wrapped- proksimal	10	-14,1±4,6	
	Wrapped- mid	7	-16,4±2,0	
	Total	47	-15,0±4,4	
RV SR ort	Non-wrapped proksimal	13	-1,15±0,5	0,667
	Non-wrapped mid	17	-1,40±0,5	AD
	Wrapped- proksimal	10	-1,3±0,5	
	Wrapped- mid	7	-1,4±0,6	
	Total	47	-1,3±0,5	
RV SM ort	Non-wrapped proksimal	13	3,0±0,9	0,616
	Non-wrapped mid	17	3,1±1,1	AD
	Wrapped- proksimal	10	3,6±1,4	
	Wrapped- mid	7	3,8±1,1	
	Total	47	3,3±1,1	

RV: Sağ ventrikül, Sm: peak sistolik miyokardiyal velosite, Ort:ortalama,

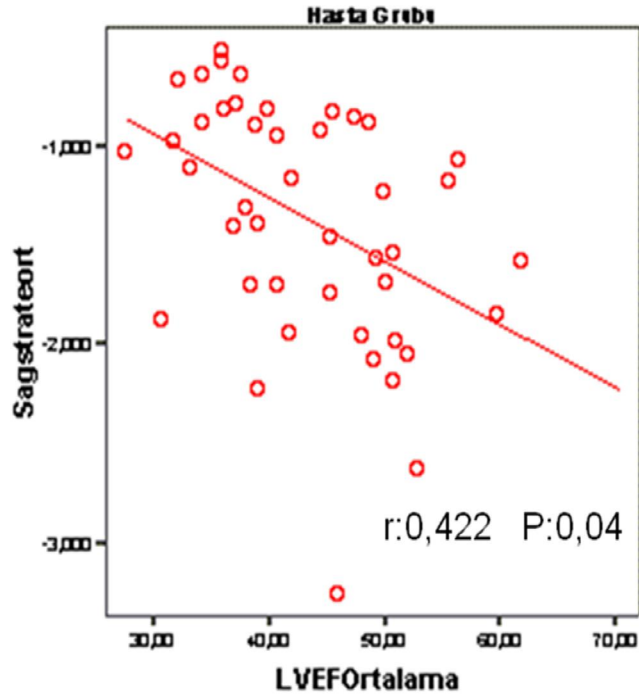
S:Strain SR:Strain rate, ±:Standart sapma, AD: Anlamlı değil



Şekil-15: EF ile Ortalama RV Sm arasındaki kolerasyon
r: spearman kolerasyon katsayısı



Şekil-16: EF ile Ortalama RV Sm arasındaki kolerasyon
r: spearman kolerasyon katsayısı



Şekil-17: EF ile Ortalama RV SR arasındaki kolerasyon
r: spearman kolerasyon katsayısı

5. TARTIŞMA

Anterior STYMi sonrası erken dönemde RV miyokardiyal fonksiyonlarını değerlendirilen bu çalışmada Anterior STYMi sonrasında hem sistolik hem de diyastolik fonksiyonların kombine etkilendiği görülmektedir. Klasik DD bulgularına bakıldığında RV anüler velositeleri kontrol grubuna göre hasta grubunda daha düşük tespit edilmesine rağmen istatistiki olarak anlamlı değildi (Sm Sağ (cm/sn) Hasta grubu $12,3 \pm 2,2$ Kontrol grubu $13,1 \pm 2,0$ $P > 0,05$). Alam ve ark. Yaptıkları çalışmada 33 hasta ilk Anterior STYMi sonrasında 24 kontrol grubu ile değerlendirilmiş sırası ile triküspit anüler velositeleri (12 vs 14.5 cm/s, $P < .001$) bulunmuştur ve Anterior STYMi sonrasında triküspit anüler velositelerinde anlamlı ölçüde azalma tespit edilmiştir (74). Daha fazla hasta sayısı ile yaptığımız çalışmada benzer sonuçların bulunmasına rağmen istatistiki anlamlılığın olmayışı çalışmada sağlıklı bireylerde oluşan kontrol grubu yerine hasta grubuna benzer oranda DM, HT ve sigara kullanan hastalardan oluşması nedeniyle kaynaklanmış olabilir. Ayrıca literatürde yeterli çalışma olmaması nedeniyle bu konuda geneleme yapılabilmek için daha fazla hasta gruplarını içeren verilerin sonuçlarının beklenmesi akılcı olabilir.

Anterior STYMi sonrasında erken dönemde DD temelli LV MPi'deki belirgin artış yani LV miyokard performansındaki azalmanın beklenmesi doğal bir sonuç iken yine Anterior STYMi sonrasında erken dönemde RV MPi'deki anlamlı artış hastaların prognozunu etkileyen faktörlerden birisi olabilir. Nitekim LV AMİ sonrasında RV yetmezliğine ait bulgu ve semptomları olan hastalarda prognoz kötüdür ve survi 2 yılın altına inmektedir (17,18). Anterior STYMi sonrasında DD temelli RV MPi'ndeki artışa bakıldığında; Öztürk ve Kaşıkçıoğlu ile ark. yapmış olduğu çalışmalarda çalışmamıza benzer oranda RV MPi'de artışlar tespit edilmiştir (75-77). LAD lezyon lokalizasyonu ile DD temelli RV MPi'ndeki artış arasında ilişki tespit edilmemiştir. Anterior STYMi

sonrasında LV MPI'ndeki belirgin artışın LAD lezyon lokalizasyonu ile ilişkisine bakıldığında; LAD gövde lezyonlarında LV MPI, LAD poksimal lezyonlarına göre anlamlı olarak daha fazla artmaktadır (Proksimal $0,67 \pm 0,18$, mid $0,79 \pm 0,17$ P:0,024). Literatürde lezyon lokalizasyonu ile yapılmış derlendirmelere ratlanmamasına karşın bu artışın Mi sonrası LAD orta segment lezyonlarında İVS'un daha fazla etkilenmesine ikincil olarak geliştiği söylenebilir. Yine LAD lezyona lokalizasyonu incelendiğinde hangi lezyonların LV miyokardiyal mimarisini ve LV senkronizasyonu daha fazla bozduğunu söylemek şu an için mümkün değildir.

Anterior STYMi sonrasında sistolik fonksiyonların daha iyi korunduğu gruba ile sistolik fonksiyonların daha fazla bozulduğu grup karşılaştırıldığında hem LV hem de RV MPI'nde anlamlı değişikli tespit edilmemiştir.

Anterior STYMi sonrasında erken dönemde RV myokardiyal fonksiyonlarını değerlendirmede subklinik hasarı daha iyi gösterdiği kabul edilen DD temelli S/SR ve myokardiyal velositelerin değerlendirilmesine geçildiğinde;

RV'ün bazal, orta ve apikal segment olarak değerlendirildiği analizlerde RV miyokardiyal velositelerin kontrol grubuna göre her 3 grup ve RV ortalama velositelerinde anlamlı oranda azalma dikkati çekmektedir. RV bazal segment ve RV ortalama değerlerindeki azalma belirgindir (Tablo 11). RV Strain değerlerinde RV bazal segment deformasyonu kontrol grubuna göre daha az iken istatistiki anlamlılığa ulaşmamıştır. RV orta ve daha belirgin olarak apikal segmentteki deformasyon oranı kontrol grubuna göre oldukça anlamlı düzeyde azalmıştır (Tablo 11). Yine aynı şekilde Strain Rate değerleride; RV orta ve apikal segmentte anlamlı olarak düşüktür. RV bazal SR değerleri kontrol gubuna göre düşük olma eğiliminde olsada istatistiki anlamlılığa ulaşmamıştır. S/SR verileri birbirleriyle örtüşerek RV orta ve apikal segmente anlamlı oranda azalmıştır. RV bazal segmentinde belirgin azalma olmamasına karşı, orta ve

apikal segmentteki S/SR değerlerinin azalması RV ortalama değerlerini etkilemiştir. Bu değerlerin ortak sonuçlarına bakıldığında Anterior STYMi sonrasında erken evrede RV orta ve apikal segmentinde etkilendiğini, bu bölgelerin LV iskemisi ve infartından etkilendiğini söyleyebiliriz. Klasik DD verilerinde etkilenme olmayıp, DD temelli miyokardiyal velosite ve S/SR değerlerinin anlamlı olarak azalması Anterior STYMi sonrasında erken evrede subklinik olarak RV'ün global olarak etkilendiğini göstermektedir. Konvansiyonel DD görüntülemenin primer sınırlılıklarında bahsettiğimiz nonfonksiyonel bir segmentin normal fonsiyonlu komşu bir segmente bağlanmak suretiyle örneklemede yeterli myokardiyal hızlara sahip olmaması ile ilişkili olabilir. Bu etkilenmenin LAD lezyon lokalizasyonu ve seyrine göre yapılan değerlendirmede RV tutulumun LAD lezyon lokalizasyonu ve seyrinden etkilenmediği çalışmamızda tespit edilmiştir. Bu bulguların sebebi ise sadece RV lateral duvara ait verilen incelenmesine karşın Anterior ve İnferior septumun RV' e ait segmentlerin değerlendirilmemesi ile ilişkili olabilir. Çünkü LAD proksimal lezyonlarda Anterior Septum ve dolayısı ile Anterior septumun RV ait kısımlarında etkilenmektedir. Anterior STYMi sonrası erken evrede EF'unun korunduğu guruba göre, EF'unun fazla etkilendiği grupta S/SR değerleri anlamlı ölçüde azalmıştır. EF düştükçe AMi sonrası RV tutulum artmaktadır. EF deki düşüş ile S/SR değerlerinde orta düzeyde pozitif kolerasyon tespit edilmiştir (Şekil15-17)

Literatüre baktığımızda İnferior STYMi sonrasında RV tutulumuna ait klasik DD verileri mevcutken az sayıda DD temelli S/SR ölçümleri içeren çalışma mevcuttur (6-10). Bu çalışmalardan İnferior Mi sonrası RV ün S/SR görüntüleme ile değerlendirildiği çalışmada EKG ile RV tutulumu gösterilen vakalarda RV bazal ve orta segmentin belirgin şekilde etkilendiği tespit edilmiştir. RV ün bazal segmentlere gidildikçe tutulumun derecesi artmıştır. Bunun aksine bizim çalışmamızda Anterior Mi sonrası RV

ait tutulum (subklinik hasar) apikal segmentlere gidildikçe artmaktadır (9). Anterior STYMi sonrasında RV'ün DD temelli miyokardiyal velosite ve S/SR görüntülemesine ait çalışma rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmamız bu alanda ilktir ve literatüre önemli katkı sağlamaktadır.

Sonuç olarak;

Anterior STYMi sonrasında erken evrede RV tutulumu DD temelli S/SR görüntüleme ile tespit edilmiştir. Hem sistolik hem de diyastolik fonksiyonların ortak değerlendirilmesinin en güzel örneği olan MPi ile LV ilaveten RV miyokardiyal performansın bozulduğuda gösterilmiştir. LAD orta segment lezyonlarında LV miyokardiyal performansıda fazla etkilenmektedir. Konvansiyonel DD görüntülemenin primer sınırlılıklarından olan nonfonksiyonel bir segmentin normal fonsiyonlu komşu bir segmente bağlanmak suretiyle örneklemede yeterli myokardiyal hızlara sahip olabilir olması çalışmamızda da tekrar gösterilmiştir. Strain analizi, DD datalarından elde edilen deformasyonun ölçümü,ve strain rate (deformasyon hızı) spesifik bir myokardiyal bir segmentin deformasyon ölçümü ile çalışmamızda subklinik RV tutulumunu göstererek üstesinden gelmiştir. Verilerin genellenebilmesi ve RV tutulumunun prognoza etkisinin değerlendirilmesi için de bu alanda geniş ölçekli ve kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

DD temelli S/SR verilerinin off-line olarak özel software programları ile değerlendirmemiş olması, DD temelli S/SR verilerinin daha yüksek frame rate de (ortalama >200 Fr/sn) alınmaması ve hasta sayısının fazla olmaması çalışmanın en önemli kısıtlılıklarıdır. LAD lezyon sınıflamasında LAD distal lezyonlarının hasta popülasyonunda yetersiz olması ve istatistiksel ölçümlere katılamaması, LV MPi

değerlendirilmesinde yalnızca lateral duvarın kullanılması ekokardiyografik ve anjiyografik değerlendirme yönünden bir eksikliktir. RV tutulumun LAD lezyon lokalizasyonu ve seyrinden etkilenmediği çalışmamızda tespit edilmesi; RV lateral duvara ait verilen incelenmesine karşın Anterior ve İnferior septumun RV' e ait segmentlerin değerlendirilmemesi ile ilişkili olabilir. Çünkü LAD proksimal lezyonlarda Anterior Septum ve dolayısı ile Anterior septumun RV ait kısımlarında etkilenmektedir. Bu yüzden RV'ün septal bölgesine ait fonksiyonların değerlendirilmemesi de çalışmanın eksikliği gibi gözükmemektedir.

6. ÖZET

Anterior Lokalizasyonlu Miyokard İnfarktüsünde Sağ Ventrikül Fonksiyonlarının Doppler Strain Eko ile Değerlendirilmesi

Amaç: Anterior STYMI de RV bölgesel miyokardiyal fonksiyonlarının güncel ve kapsamlı ekokardiografik görüntüleme yöntemleri kullanılarak değerlendirilmesi (Doku Doppler temelli Strain/Strain Rate Görüntüleme) amaçlanmıştır. Anterior STYMI de infarktüs sorumlu lezyon ve EF ile RV bölgesel fonksiyonlarının ilişkisi de ayrıntılı şekilde değerlendirilecektir.

Gereç ve yöntem: Hastalara ortalama ilk 24 saatinde eko yapıldı. Anterior STYMI gurubunda 50 hasta, kontrol gurubunda 20 hasta değerlendirildi. Hasta ve kontrol gurupların konvansiyonel eko değerleri birlikte DD temelli RV S/SR değerleri ölçüldü. RV bazal, orta ve apikal bölgelere ayrılarak bu bölgelere ait değerler kaydedildi. LAD; lezyon lokalizasyonuna göre proksimal(N=23) ve orta segment (N=22), seyrine göre Apikali Dönmeyen (Non-wrapped) LAD (N=30), Apikali Dönen (Wrapped) LAD (N=17) şeklinde sınıflandırıldı. Değerler student t testi kullanılarak istatistiksel olarak karşılaştırıldı. Grupların değerlendirilmesinde Anova ve Kruskal Willis H test kullanıldı. DD temelli RV S/SR değerleri ile EF arasındaki kolerasyon spearman ve pearson kolerasyon testleri ile değerlendirildi.

Bulgular: Hastaların demografik verileri arasında fark yoktu. Konvansiyonel parametrelerden LV MPI, RV MPI değerleri anlamlı idi.Bu değerlerden LV MPI LAD orta segment lezyonlarında belirgin olarak yüksekti.Bu ilişki RV MPI için geçerli değildi. Budeğerler EF ile kolore değildi. DD temelli RV S/SR değerlerinden RV orta (p:0,003, p:0,001 sırasıyla) ve apikal (p:0,0001, p:0,0001 sırasıyla) segmentine ait değerler ile ortalama S/SR (p:0,0001,p:0,0001 sırasıyla) hasta gurubunda kontrol gurubuna göre anlamlı olarak düşüktü. RV bazal segment S/SR değerleri ile RV ait velositelerde kontrol gurubuna göre değişiklik izlenmedi.

Sonuç: Anterior STYMI sonrası erken dönemde RV orta ve apikal segmentlerde subklinik tutulum Strain/Strain Doppler görüntüleme ile göstermiştir. Bununla birlikte RV MPI artmakta, RV miyokardiyal performansı bozulmaktadır. LAD orta segment lezyonlarında LV miyokardiyal performansı LAD proksimal lezyonlarına göre daha fazla bozulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Anterior STYMI, Strain/Strain rate görüntüleme, Sağ ventrikül fonksiyonları

7. ABSTRACT

Assesment of Right Ventricular Functions with Doppler Strain/Strain Rate Echocardiographic Method in Anterior Myocardial Infarctions

Aim: Assesment of right ventricular (RV) segmental myocardial functions with actual and comprehensive echocardiographic methods (Tissue Doppler Strain/Strain Rate Imaging) were aimed. The relation with culprit lesion in anterior myocardial infarctions (MI) and RV segmental functions assesment with ejection fraction will be detaily assessed.

Materials and methods: The patients were measured with echocardiography in 24 hour. 50 patients in Anterior STEMI group and 20 patients in control group were considered. Conventional echocardiogaphic parametres and Tissue Doppler derivated Strain/Strain Rate values were measured (evaluated) in patients and control groups. RV functions were measured as separate segments, as basal, mid and apical. LAD was classified as proximal (N = 23) and mid (N = 22) according to lesion localisation and Non-Wrapped LAD (N = 30), Wrapped LAD (N = 17) for the course. The variables compared statistical with Student t test. Anova and Kruskal Willis H tests were calculated in evaluating differences between groups. Corelation between Tissue Doppler (TD) derivated S/SR parametres and EF were determined using Pearson's and Spearman's correlation coefficents.

Results: There was not significant difference between demographic datas. conventional parametres as LV MPI, RV MPI were statistically significant. LV MPI was significantly increased in mid portional LAD lesions. This relation was not available for RV MPI. These variables were not corelated with EF. RV mid (p: 0.003, p: 0.001, repectively) and apical (p: 0.0001, p: 0.0001, respectively) segments values from TD derivated RV S/SR variables and mean S/SR (p: 0.0001, p: 0.0001, respectively) were low in patients compared to control group. RV basal segment S/SR values and RV velocity values were not different compared to control group.

Conclusion: The subclinic involvement of RV mid and apical segments in early period after anterior STEMI were pointed by Strain/Strain rate Doppler method. However, RV MPI were also increased, RV myocardial performanse were deteriorated. In mid portional LAD lesions LV myocardial performanse was more deteriorate than in LAD proximal lesions.

Key words: Anterior STEMI, Right Ventricul function, Strain/Strain Rate Doppler Imaging

8. KAYNAKLAR

- 1- Kober L, Torp-Pedersen C, Jorgensen S, Eliassen P, Camm AJ. Changes in absolute and relative importance in the prognostic value of left ventricular systolic function and congestive heart failure after acute myocardial infarction: TRACE Study Group (Trandolapril Cardiac Evaluation). *Am J Cardiol* 1998; 81: 1292–1297.
- 2- Abd El Rahman MY, Hui W, et al. Analysis of atrial and ventricular performance by tissue Doppler imaging in patients with atrial septal defects before and after surgical and catheter closure. *Echocardiography* 2005;22:579–585.
- 3- Vitarelli A, Conde Y, Cimino E, et al. Assessment of right ventricular function by strain rate imaging in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2006;27:268–275
- 4- Hsiao SH, Lee CY, Chang SM, et al: Pulmonary embolism and right heart function: Insights from myocardial Doppler tissue imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2006;19:822–828.
- 5- Willens HJ, Chakko SC, Lowery MH, et al: Tissue Doppler imaging of the right and left ventricle in severe obesity. *Am J Cardiol* 2004;94:1087–1090
- 6- Alam M, Wardell J, Andersson E, et al: Right ventricular function in patients with first inferior myocardial infarction: Assessment by tricuspid annular motion and tricuspid annular velocity. *Am Heart J* 2000;139:710–715.
- 7- Yilmaz M, Erol MK, Acikel M, et al: Pulsed Doppler tissue imaging can help to identify patients with right ventricular infarction. *Heart Vessels* 2003;18:112–116. 11.
- 8- Dokainish H, Abbey H, Gin K, et al: Usefulness of Tissue Doppler imaging in the diagnosis and prognosis of acute right ventricular infarction with inferior wall acute left ventricular infarction. *Am J Cardiol* 2005;95:1039–1042.
- 9- Serdar Sevimli, Fuat Gundogdu, , Enbiya Aksakal, Sakir Arslan, Hakan Tas, Yahya Islamoglu, Eyup Buyukkaya, Hanefi Yekta Gurlertop, and Huseyin Senocak. Right Ventricular Strain and Strain Rate Properties in Patients with Right Ventricular Myocardial Infarction. *Echocardiography* 2008;122:116-120
- 10- Ozdemir K, Altunkeser BB, Icli A, et al. New parameters in identification of right ventricular myocardial infarction and proximal right coronary artery lesion. *Chest* 2003;124:219–226.
- 11- Meluzin J, Spinarova L, Bakala J, et al. Pulsed Doppler tissue imaging of the velocity of tricuspid annular systolic motion; a new, rapid and non-invasive method of evaluating right ventricular systolic function. *Eur Heart J* 2001;22:280–282.
- 12- Spinarova L, Meluzin J, Toman J, et al. Right ventricular dysfunction in chronic heart failure patients. *Eur J Heart Fail* 2005;7:485–489.
- 13- Thygesen K, Alpert JS, White HD. Universal Definition of Myocardial Infarction. *J Am Coll Cardiol* 2007;50:2173-2195.
- 14- Textbook of Cardiovascular Medicine 3. Edition E.J. Topol 2008 p:283-4
- 15- Sasaki K, Yotsukura M, Sakata K, Yoshino H, Ishikawa K, Relation of ST Segment changes in inferior leads during anterior wall acute myocardial infarction to length and occlusion site of the left anterior descending coronary artery *Am J Cardiol*. 2001 Jun 15;87(12):1340-5
- 16- Abbate A, Bussani R, Sinagra G, Barresi E, Pivetta A, Perkan A, Hoke NH, Salloum FN, Kontos MC, Biondi-Zoccai GG, Vetrovec GW, Sabbadini G, Baldi F, Silvestri F, Kukreja RC, Baldi A. Right ventricular cardiomyocyte apoptosis in patients with acute myocardial infarction of the left Ventricle. *Am J Cardiol*. 2008 Sep 15;102(6):658-62.
- 17- Oakley C. Importance of right ventricular function in congestive heart failure. *Am J Cardiol* 1988;62(suppl):14A–19A.
- 18- Di Salvo TG, Mathier M, Semigran MJ, Dec GW. Preserved right ventricular ejection fraction predicts exercise capacity and survival in advanced heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:1143–1153.
- 19- Schiller NB, Acquettella H, et al. Left ventricular volume from paired biplane two dimensional echocardiography. *Circulation* 1979; 60:547-55.
- 20- Otto MC. Echocardiographic evaluation of Left and Right ventricular systolic function, second edition Text book of clinical echocardiography, 2000; pp:100-152.

- 21- Feigenbaum H, Armstrong WF, Ryan T. Feigenbaum's Echocardiography. sixth edition, Lippincott Williams-Wilkins 2005; 138-169, 437-86.
- 22- Otto MC. Echocardiographic evaluation of Left and Right ventricular systolic function, second edition Text book of clinical echocardiography, 2000; pp:100-152.
- 23- Amico AF, Lichtenberg GS, Reisner SA, et al. Superiority of visual versus computerized echocardiographic estimation of radionuclide left ventricular ejection fraction. *Am Heart J* 1989; 118:1259-65.
- 24- Berning J, Steensgaard-Hansen F. Early estimation of risk by echocardiography determination of wall motion of index in an unselected population with acute myocardial infarction. *Am J Cardiol.* 1990 Mar 1; 65(9):567-76.
- 25- Jacob E, Moller, Patricia A, Pellikka, Graham S, Hillis et al. Prognostic importance of diastolic function and filling pressure in patients with acute myocardial infarction. *Circulation* 2006; 114:438-44
- 26- Nishimura RA, Tajik AJ. Evaluation of diastolic filling of left ventricle in health and disease: Doppler echocardiography is the clinician's Rosetta Stone *J Am Coll Cardiol.* 1997; 30:8-18.
- 27- Dokainish H, Zoghbi WA, Lakkis NM, et al. Optimal noninvasive assessment of left ventricular filling pressures: a comparison of tissue Doppler echocardiography and B-type natriuretic peptide in patients with pulmonary artery catheters. *Circulation* 2004; 109:2432-9.
- 28- Harada K, Tamura M, Toyono M, et al. Assessment of global left ventricular function by tissue Doppler imaging. *Am J Cardiol.* 2001; 88:927-32
- 29- Schaefer A, Gerd MP, Keiner D, et al. Evaluation of Tissue Doppler Tei index for global left ventricular function in mice after myocardial infarction: comparison with Pulsed Doppler Tei index. *Eur J Echocardiography* 2005; e:1-9.
- 30- M Edner, C Jarnert, K Malmqvist et al: Influence of age and cardiovascular factors on regional PW Doppler myocardial imaging indices. *Eur J Echocardiography* 2000 1:87-95
- 31- RG Pai and KS Gill: Amplitudes, durations and timing apically directed LV myocardial velocities: Their normal pattern and coupling to ventricular filling and ejection. *J Am Soc Echocardiogr.* 1998 Feb; 11(2):112-8.
- 32- K Isaz, E, Lee, N Schiller: Quantification of the motion of the cardiac base in normal subjects by doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 1993, 6:166-176
- 33- T Kukulski, UM Wilkenshoff, JM Strotmann, B Wranne, L Hatle, and GR Sutherland. A comparison of regional myocardial velocity information derived by either pulsed or colour Doppler techniques. An in vitro and in vivo study. *Echocardiography*, 17 (7):639-651, 2000
- 34- Gulati VK, Katz WE, Follansbee WP, et al. Mitral annular descent velocity by tissue Doppler echocardiography as an index of global left ventricular function. *Am J Cardiol.* 1996; 77:979-84.
- 35- Wang M, Yip G, Yu CM, et al. Independent and incremental prognostic value of early mitral annulus velocity in patients with impaired left ventricular systolic dysfunction. *J Am Coll Cardiol* 2005; 45:272-77
- 36- Feigenbaum H. Echocardiographic Evaluation of Cardiac Chambers. Fifth edition Echocardiography Williams-Wilkin 1994 p:143-147.
- 37- Waggoner AD, Bierig SM. Tissue Doppler imaging: a useful echocardiographic method for the cardiac sonographer to assess systolic and diastolic ventricular function. *J Am Soc Echocardiogr.* 2001; 14:1143-52
- 38- Sohn DW, Chai IH, Lee DJ, Kim HJ et al. Assessment of mitral annulus velocity by Doppler tissue imaging in the evaluation of left ventricular diastolic function. *J Am Coll Cardiol.* 1997; 30:474-80.
- 39- 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.
- 40- Garcia MJ, Ares MA, Asher C, et al. An index of early left ventricular filling that combined with pulsed Doppler peak E velocity may estimate capillary wedge pressure. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29:448-54.

- 41- Rigolin VH, Robiolio PA, Wilson JS, et al: The forgotten chamber: The importance of the right ventricle. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1995;35:18–28.
- 42- Tulevski II, Romkes H, Dodge-Khatami A, et al: Quantitative assessment of the pressure and volume overloaded right ventricle: Imaging is a real challenge. *Int J Cardiovasc Imaging* 2002;18:41–51.
- 43- L Dell'Italia. The right ventricle: Anatomy, physiology, and clinical importance. *Curr Probl Cardiol*, 10: 653-720, 1987
- 44- D Barnard and JS Albert. Right ventricular function in health and disease. *Curr Probl Cardiol*, 12(7): 447-449, 1987
- 45- JA Armour, JP Pace, and WC Randall. Interrelationship of architecture and function of the right ventricle. *Am J Physiol*, 218:174-179, 1970
46. McCulloch M, Zoghbi WA, Davis R, et al: Color doppler tissue myocardial velocities consistently underestimate spectral doppler tissue velocities: Impact on calculation of E/Ea. *J Am Soc Echocardiogr*. 2006;19:744–748.
- 47- AD Fleming, X Xia, WN McDicken, GR Sutherland, and L Fenn. Myocardial velocity gradients detected by Doppler imaging. *The British Journal of Radiology*, 67:679-688, 1994.
- 48- S Bjaerum, H Torp, and Kristoffersen. High grade rate tissue Doppler imaging. In *IEEE Ultrasonics Symposium*, pages 1417-1425, IEEE, New York, 2001
- 49- SA Slordahl, S Bjaerum, BH Amundsen, A Stoylen, A Heimdal, SI Rabben, and H Torp. High frame rate strain imaging of the interventricular septum in healthy subjects. *Eur J Ultrasound*, 14(1-2):149-155, 2001
- 50- S Urheim, T Edvardsen, H Torp, B Angelsen, and OA Smiseth. Myocardial strain by Doppler echocardiography validation of a new method to quantify regional myocardial function. *Circulation*, 102:1158-1164, 2000
- 51- Gondi S, Dokainish H. Right ventricular tissue Doppler and strain imaging: ready for clinical use? *Echocardiography*. 2007 May;24(5):522-32.
- 52- J D'hooge, A Heimdal, F Jamal, T Kukulski, B Bijnens, F Rademakers, L Hatle, P Suetens, and GR Sutherland. Regional strain and strain rate measurements by cardiac ultrasound: principles, implementation and limitations. *Eur J Echocardiography*, 1:154-170, 2000
- 53- F Jamal, C Bergerot, J Loufoua, L Argaud, M Perinetti, and M Ovize. Quantitative assessment of right ventricular function with ultrasonic strain. An experimental study. *European Heart Journal*, 22 (Abstract Supplement):351, 2001.
- 54- K Mori, Y Hayabuchi, Y Kuroda, M Nii, and Manabe T. Left ventricular wall motion velocities in healthy children measured by pulsed wave Doppler tissue echocardiography: normal values and relation to age and heart rate. *J Am Soc Echocardiogr*. 13(11):1002-1011, 2000
- 55- M Kowalski, T Kukulski, F Jamal, J D'hooge, F Weidemann, F Rademakers, B Bijnens, L Hatle, and GR Sutherland. Can natural strain and strain rate quantify regional myocardial deformation? A study healthy subjects. *Ultrasound in Medicine and Biology*, 27(8):1087-1097, 2001
- 56- F Weidemann, B Eyskens, F Jamal, L Mertens, M Kowalski, J D'hooge, B Bijnens, M Gewilling, F Rademakers, L Hatle, and GR Sutherland. Quantification of regional left and right ventricular radial and longitudinal function in healthy children using ultrasound-based strain rate and strain imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 15:20-28, 2002
- 57- E Hammarström, B Wranne, FJ Pinto, J Puryear, and RI Popp. Tricuspid annular motion. *J Am Soc Echo*, 4:331-339, 1991
- 58- T Kukulski, L Hubbert, M Arnold, B Wranne, L Hatle, and G Sutherland. Normal regional right ventricular function and its change with age : a Doppler myocardial imaging study. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 13:194-204, 2000
- 59- Marwick TH: Measurement of strain and strain rate by echocardiography: Ready for prime time? *J Am Coll Cardiol* 2006;47:1313–1327
- 60- Weidemann F, Eyskens B, Jamal F, et al: Quantification of regional left and right ventricular radial and longitudinal function in healthy children using ultrasound-based strain rate and strain imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2002;15:20–28.

- 61- Weidemann F, Eyskens B, Mertens L, et al: Quantification of regional right and left ventricular function by ultrasonic strain rate and strain indexes after surgical repair of tetralogy of Fallot. *Am J Cardiol* 2002;90:133–138
- 62- Eyskens B, Weidemann F, Kowalski M, et al: Regional right and left ventricular function after the Senning operation: An ultrasonic study of strain rate and strain. *Cardiol Young* 2004;14:255–264.
- 63- Lopez-Candales A, Dohi K, Bazaz R, et al: Relation of right ventricular free wall mechanical delay to right ventricular dysfunction as determined by tissue Doppler imaging. *Am J Cardiol* 2005;96:602–606.
- 64- Abd El, Rahman MY, Hui W, et al: Analysis of atrial and ventricular performance by tissue Doppler imaging in patients with atrial septal defects before and after surgical and catheter closure. *Echocardiography* 2005;22:579–585.
- 65- Urheim S, Cauduro S, Frantz R, et al: Relation of tissue displacement and strain to invasively determined right ventricular stroke volume. *Am J Cardiol* 2005;96:1173–1178.
- 66- Lindqvist P, Olofsson BO, Backman C, et al: Pulsed tissue Doppler and strain imaging discloses early signs of infiltrative cardiac disease: A study on patients with familial amyloidotic polyneuropathy. *Eur J Echocardiogr* 2006;7:22–30.
- 67- Vitarelli A, Conde Y, Cimino E, et al: Assessment of right ventricular function by strain rate imaging in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2006;27:268–275.
- 68- Dokainish H, Abbey H, Gin K, et al: Usefulness of Tissue Doppler imaging in the diagnosis and prognosis of acute right ventricular infarction with inferior wall acute left ventricular infarction. *Am J Cardiol* 2005;95:1039–1042.
- 69- Sengupta R, Patel R, Dokainish H: Right Ventricular Tissue Doppler is an Independent Predictor of Outcome in Patients with Left Ventricular Heart Failure. *J Am Soc Echocardiogr* 2006;19:624a
- 70- Nageh MF, Kopelen HA, Zoghbi WA, et al: Estimation of mean right atrial pressure using tissue Doppler imaging. *Am J Cardiol* 1999;84:1448–14451.
- 71- Hsiao SH, Lee CY, Chang SM, et al: Pulmonary embolism and right heart function: Insights from myocardial Doppler tissue imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2006;19:822–828.
- 72- Davlouros PA, Niwa K, Webb G, et al: The right ventricle in congenital heart disease. *Heart* 2006;92 (Suppl 1):i27–38.
- 73- Dambrauskaite V, Herbots L, Claus P, et al: Differential changes in regional right ventricular function before and after a bilateral lung transplantation: An ultrasonic strain and strain rate study. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:432–436.
- 74- Alam M, Wardell J, Andersson E, Samad BA, Nordlander R. Right ventricular function in patients with first inferior myocardial infarction: assessment by tricuspid annular motion and tricuspid annular velocity. *Am Heart J*. 2000 Apr;139(4):710-5
- 75- Ozturk O, Ulgen MS, Tekes S, Ozturk U, Toprak N Influence of angiotensin-converting enzyme I/D gene polymorphism on the right ventricular myocardial performance index in patients with a first acute anterior myocardial infarction *Circ J*. 2005 Feb;69(2):211-5.
- 76- Sadanandan S, Hochman JS, Kolodziej A, Criger DA, Ross A, Selvester R, Wagner GS Clinical and angiographic characteristics of patients with combined anterior and inferior ST-segment elevation on the initial electrocardiogram during acute myocardial infarction. *Am Heart J*. 2003 Oct;146(4):653-61.
- 77- Hülya A Kaşıkçıoğlu, Mehmet Eren, Nevzat Uslu, Zeynep Tartan, Zekeriya Nurkalem, Tuna Tezel. Akut miyokard infarktüsünün sağ ventrikül fonksiyonları üzerine etkisi; *Türk Kardiyol Dern Arş* 2006; 34:275-283

9. TEŞEKKÜR

Kardiyoloji ihtisas süresi boyunca bilgi ve deneyimlerini eğitimim için paylaştan, hiçbir emek ve fedakarlıktan kaçınmayan, gösterdikleri yakın ilgi ve destekten dolayı her zaman birlikte çalışmaktan onur duyacağım başta bölüm başkanım ve tez hocam Prof. Dr. Hasan Gök olmak üzere Kardiyoloji kliniğinin tüm öğretim üyelerine ve uzman doktorlarına, Kardiyoloji kliniği çalışanlarına,

İhtisas süremi paylaştığım ve kardeşçe sevdiğim asistan arkadaşlarıma,

Hayatımın her aşamasında beni destekleyen ve her zaman yanımda olan sevgili annem, babam ve eşime teşekkürler ederim.

Dr. Osman SÖNMEZ

Konya/ Temmuz-2009