

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
KARDİYOLOJİ ANABİLİM DALI



**İNFERİOR MİYOKARD ENFARKTÜSLÜ HASTALARDA SAĞ
VENTRİKÜL FONKSİYONLARININ İKİ BOYUTLU EKOKARDİYOGRAFI
VE SPECKLE TRACKİNG GÖRÜNTÜLEME İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Kardiyoloji Uzmanlık Tezi

Dr. Batur Gönenç KANAR

İSTANBUL - 2014

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
KARDİYOLOJİ ANABİLİM DALI



**İNFERİOR MİYOKARD ENFARKTÜSLÜ HASTALARDA SAĞ
VENTRİKÜL FONKSİYONLARININ İKİ BOYUTLU EKOKARDİYOĞRAFI
VE SPECKLE TRACKİNG GÖRÜNTÜLEME İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Kardiyoloji Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa Kürşat TİGEN

Dr. Batur Gönenç KANAR

İSTANBUL - 2014

ÖNSÖZ

Eğitim sürem boyunca gerek tıbbi gerekse tıp dışı konularda engin bilgi ve tecrübesinden faydalanma fırsatı bulduğum değerli öğretim üyemiz ve anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Ayşe Yelda BAŞARAN' a,

Tez çalışmamın planlanması ve gerçekleştirilmesinde fikir ve katkılarıyla yardımlarını esirgemeyen, bilgi birikimi ile eğitimime büyük katkısı olan değerli hocam Doç. Dr. M. Kürşat TİGEN'e,

Eğitim sürem boyunca bilgi ve becerilerimin gelişmesinde önemli katkıları olan değerli öğretim üyelerimiz Prof. Dr. Osman YEŞİLDAĞ'a, Prof. Dr. Oğuz CAYMAZ'a, Prof. Dr. Mehmet AĞIRBAŞLI'ya, Prof. Dr. Bülent MUTLU'ya, Prof. Dr. Okan ERDOĞAN'a ve Prof. Dr. İbrahim SARI' ya

Asistanlığa başladığım ilk günden itibaren beni her şekilde destekleyen, kendisi ile birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum, tezimin tüm aşamalarında sonsuz desteğini esirgemeyen sevgili ablam Doç. Dr. Beste ÖZBEN SADIÇ' a,

Tez çalışmamda bilgi birikimi ve yardımlarını esirgemeyen değerli abim Uzm. Dr. Murat SÜNBÜL'e

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum tüm uzmanlarıma,

Değerli mesai arkadaşlarım kardiyojoloji asistanlarına,

Tüm hayatım boyunca bana her zaman destek olan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Dr. Batur Gönenç KANAR

Eylül 2014, İstanbul

İÇİNDEKİLER

Önsöz	3
Özet	5
İngilizce özet (Abstract)	6
Simgeler ve kısaltmalar	7
1. GİRİŞ VE AMAÇ	9
2. GENEL BİLGİLER	10
2.1 RV anatomisi	12
2.2 RV fizyolojisi	13
2.3 RV kanlanması	14
3. SAĞ VENTRİKÜL FONKSİYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	14
3.1 RV fonksiyonlarının değerlendirilmesinde ekokardiyografi	15
3.1.1 iki boyutlu ekokardiyografik inceleme	15
3.1.2 Strain ve speckle tracking görüntüleme	24
4. ATRİUM FONKSİYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	31
5. GEREÇ VE YÖNTEMLER	35
5.1 Çalışma tasarımı	35
5.2 Çalışma protokolü	35
5.2.1 Elektrokardiyografik değerlendirme	36
5.2.2 Ekokardiyografik değerlendirme	37
5.3.3 Hastaların klinik RV bulgularına göre alt gruplara ayrılması	38
5.2.4 İstatistiksel verilerin değerlendirilmesi	39
6. BULGULAR	40
7. TARTIŞMA	62
7.1 Çalışmanın kısıtlılıkları	65
7.2 Çalışmanın klinik faydaları	67
8. SONUÇ	68
9. KAYNAKLAR	69

ÖZET:

Günümüzde başarılı primer perkütan girişimin uygulandığı merkezlerde enfarktüs komplikasyonlarını görme sıklığı oldukça azalmıştır. Ancak, İnférieur miyokart enfarktüsünün bir komplikasyonu olarak kabul edilen RV enfarktüsü eklendiği klinik tablonun daha ciddi seyretmesine neden olmaktadır. Primer PKG ve optimal tedaviye rağmen RV disfonksiyonu bulunan yüksek riskli hastaların yakın klinik takibi, gerektiğinde pozitif inotrop desteği ve agresif medikal veya girişimsel tedavileri ile hastane içi mortalitelerinde azalma sağlanabilir.

Çalışmamıza inferior miyokart infarktüsü (MI) ile acile başvuran 81 hasta dahil edilmiştir. Bu hastalarda primer PKG ve optimal medikal tedaviye rağmen persiste eden RV ve LV disfonksiyonun, hastane içi mortalite ve morbiditeyi predikte ettiği saptanmış olup, RV ve LV disfonksiyonunun tespitinde kullandığımız iki boyutlu ekokardiyografi ve speckle tracking incelemenin yakın takip gereken yüksek riskli hastaların saptanmasında önemli rol oynadığı gösterilmiştir. Çalışmamızda tüm hastaların RV ve LV fonksiyonlarını değerlendirmek için TAPSE ve RV-S gibi konvansiyonel ekokardiyografik parametrelerin yanı sıra speckle tracking ekokardiyografik inceleme ile global longitudinal strain değerleri incelenmiştir. Hastane içi kardiyovasküler nedenlere bağlı ölen hastaların, elektiriksel veya klinik olarak RV tutulumu olan hastaların TAPSE, RV-S ve hem RV hem de LV global strain değerlerinde belirgin düşüklük saptanmıştır. Çalışmamızda yapmış olduğumuz ROC analizleri sonucunda RV global longitudinal strain değerinin -14% veya altında olmasının hastane içi kardiyovasküler mortaliteyi 89% sensitivite ve 62.5% spesifisite ile öngördüğü, benzer olarak LV global longitudinal strain değerinde -13% veya altında olmasının 66.7% sensitivite ve 86.1% spesifisite ile öngördüğü saptanmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: inferior miyokart infarktüsü, speckle tracking görüntüleme, RV miyokart enfarktüsü, primer PKG.

ABSTRACT:

Today, the complications of acute myocardial infarction are decreased by percutaneous coronary intervention. However, right ventricular infarction still is an important problem for inferior myocardial infarction patients. The patients who have right ventricular dysfunction in spite of primary percutaneous coronary intervention and optimal medical therapy have high rate of hospital mortality. No matter how, their hospital mortality incidence can be decrease by total myovascular revascularization, aggressive medical therapy and also treatment with positive inotrop agents.

81 patients who have acute inferior myocardial infarction were included in the study. The evaluation of right and left ventricular dysfunction were made by two dimensional echocardiography and speckle tracking. We found that there has been a correlation between right and left ventricular function and hospital mortality. The values of TAPSE, RV-S, right and left ventricular global longitudinal strain lower in the patient who have ST elevation in their right precordial derivations and have clinical signs of the right ventricular myocardial infarction. According to multivariate regression analysis, we showed that right ventricular global longitudinal strain with a cut-off value $\leq -14\%$ can predict the development of hospital mortality with a sensitivity of 89% and specificity of 62.5% and also left ventricular global longitudinal strain with a cut-off value $\leq -13\%$ can predict the development of hospital mortality with a sensitivity of 66.7% and specificity of 86.1%.

KEY WORDS: Inferior myocardial infarction, speckle tracking, right ventricular myocardial infarction, primary percutaneous intervention.

Simgeler ve Kısaltmalar:

ASE: Amerikan Ekokardiyografi Cemiyeti

BT: Bilgisayarlı tomografi

BUN: Kan üre nitrojen değeri

CCT: Kardiyak tomografi

CMR: Kardiyak magnetik rezonans görüntüleme

CW: Continous wave

DD: Doku Doppler

DT: Deselerasyon zamanı

EF: Ejeksiyon Fraksiyonu

EKG: Elektro kardiyografi

EKO: Ekokardiyografi

IVRT : İzovolümetrik relaksasyon zamanı

RCA: RCA

PKG: Primer perkütan girişim

PW: Pulsed wave

RV-S: RV doku Doppler sistolik(S) dalgası ölçümü

RA: Sağ atrium

RNA: Radyonüklid anjiyografi

RVEF: RVer ejeksiyon fraksiyonunun

TÖE: Transözofagiyal ekokardiyografik

LA: Sol atriyum

LAD: Sol anterior inen koroner arter

LV: LV

MI: Miyokart enfarktüsü

MPI: Miyokart performans indeksi

MRG: Manyetik rezonans görüntüleme

PDA: Posterior desandan arter

PKG: PKG

PVR : Pulmoner vasküler rezistans

RV: RV

RVOT: RV çıkış yolu

SR: Strain rate

SHOCK:

SVR: Sistemik vasküler rezistans

TAPSE: Triküspit anüler düzlem sistolik hareket

VG: Velosite gradyenti

1.GİRİŞ VE AMAÇ:

RV ile ilgili bilgilerimiz LV' ye nazaran her zaman daha yetersiz kalmıştır. RV' nin anatomik yapısı, onun miyokard iskemisinden, kalp kas ve kapak hastalıklarından daha nadir etkilenmesine olanak tanımaktadır. Veriler sınırlı olmakla beraber birçok hastalıkta RV fonksiyonlarının bozulduğu ve bu olumsuz gelişmenin hastalıkların klinik seyirlerinde önemli etkiler yarattığı bildirilmiştir (1). Klinikte, RV fonksiyon bozuklukları sağ kalp yetersizliği şeklinde tanınabilmektedir. Fakat kalp yetersizlik kliniği olmaksızında RV kavitesinde anormal doluş ve kontraksiyonla karşılaşmak mümkündür. RV fonksiyonlarını en iyi değerlendiren parametrelerden birisi RV ejeksiyon fraksiyonudur (1). Fakat volüm yükünden etkilenmesi yanlış yorumlamalara zemin hazırlamaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda doku Doppler ile belirlenen triküspit annüler izovolümik miyokardiyal akselerasyon (İVA) zamanının RV sistolik fonksiyonlarının değerlendirilmesinde ön ve ard yükten bağımsız, güvenilir bir parametre olduğuna dikkat çekilmiştir (2).

Doku Doppler ekokardiyografi tekniği ile RV, LV, LA, RA'nın global ve bölgesel sistolik ve diyastolik fonksiyonları kantitatif olarak değerlendirilmektedir. Ölçme ve sonucu sayısal olarak ifade edebilme doğru bir değerlendirmenin en önemli şartıdır. Segmenter duvar hareketlerinin konvansiyonel iki boyutlu ekokardiyografi teknikleri ile değerlendirilmesi subjektiftir ve kantitatif değildir. Bu kısıtlamalar doku Doppler ve ondan türetilen strain ve strain rate ölçümleri ile miyokardiyal hız, deformasyon ve deformasyon hızı gibi kantitatif ölçümlerle giderilebilmektedir. Strain bir cisme uygulanan kuvvet neticesinde cismin boyutunda meydana gelen değişimi yani deformasyonu tanımlamaktadır ve yüzde (%) olarak ifade edilmektedir. Strain rate ise deformasyonun hızıdır. Strain ve strain rate ölçümlerinin komşu miyokardiyal segmentlerin itme ve çekme etkisinden etkilenmemesi doku Doppler EKO'dan en önemli üstünlüğüdür. Yapılan çalışmalarda strain ve strain rate ekokardiyografinin miyokardiyal segmenter duvar hareket analizinde doku Doppler ekokardiyografiden üstün olduğu ve her iki atriumun fazik fonksiyonlarını (rezervuar, kondüit ve kontraksiyon) göstermede de daha sensitif ve spesifik olduğu gösterilmiştir.

Çalışmamızda akut inferior MI ile başvuran hastalarda optimal primer PKG ve medikal tedaviye rağmen persiste eden RV ve LV disfonksiyonun hastane içi mortalite ve morbiditeyi etkileyebileceğini düşünmekteyiz. Bu sebeple speckle tracking, iki boyutlu ekokardiyografi, doku ve renkli Doppler incelemeler ile yakın takibi gereken yüksek riskli hastaların saptanmasında yardımcı olabilecek sensitivitesi ve spesivitesi yüksek belirteçler bulmayı hedefledik. Bu yüksek riskli grubun yakın klinik takibi, total miyokardiyal revaskülarizasyonu, gerekli pozitif inotrop desteği ve optimal medikal tedavisinin düzenlenmesi ile erken dönem hastane içi mortalitenin azalmasını sağlayabileceğimizi düşünmekteyiz.

2. GENEL BİLGİLER:

Günümüzde yetişkin kalp hastalıklarının en sık sebebi sol kalp bozukluğudur. Bu nedenle kardiyak fonksiyonun klinik değerlendirmesi öncelikle LV' e (LV) yöneliktir. Ancak sağ kalbin de kardiyak performansta önemli rol oynadığı ve birçok patolojik durumun preload, afterload ve kontraktileteyi etkilediği gelişmiş görüntüleme teknikleriyle ortaya konulmuştur. Bu patolojik durumların anlaşılabilmesi için, RV' nin normal anatomik ve fizyolojik özellikleri iyi bilinmelidir.

RV (RV) enfarktüsü daha sık olarak LV inferior duvar tutulumu olan akut ST yükselmeli miyokart enfarktüsü (MI) ile birlikte görülmelidir. Ayrıca, Sadece RV içeren akut MI bu vakların %30-50' sini oluşturmaktadır (1). Erken mortalite ve morbidite gibi önemli bazı klinik durumları belirleye bilmek için RV enfarktüsü hastalık tablosunu tanımlamak önemlidir (2).RV enfarktüsünün bulunması inferior duvar enfarktüslü hastaların daha yüksek riskli bir alt gurubunu oluşturur ve bu hastalar reperfüzyon tedavisi açısından daha öncelikli adaydırlar (3).

RCA (RCA)' nın RV dalından daha yukarıda ani tıkanıklığı RV' nin fonksiyon bozukluğu ile sonuçlanır (4,5). Hafif RV fonksiyon bozukluğu inferior ve infero-posterior duvar enfarktüslerinde yaygın iken hemodinamik olarak belirgin RV fonksiyon bozukluğu %10 olarak saptanır. Bu durum RV' yi iskemiye karşı koruyan mekanizmalarca açıklanabilir (6,7).

RV' yi iskemiyeye karşı koruyan mekanizmalar:

- 1- İnce duvarı nedeniyle daha az oksijen ihtiyacı olma
- 2- Thebessian venlerden RV kavitesinin direk kanlanması
- 3- RV' nin intramural basıncı düşük olduğu için hem diastolde hemde sistolde perfüze olabilmektedir.
- 4- LV' ye göre RV' nin daha düşük bir afterload' a karşı atım hacmi oluşturması.
- 5- Özellikle moderate band arter ile LAD' nin septal perforan dalları arasında iyi gelişmiş kollateral ağ oluşması,
- 6- Hemodinamik stress sırasında daha fazla O2 kullanabilmesi (O2 ekstraksiyon kapasitesi yüksek) şeklinde sayılabilir.

RV enfarktüsü sıklığı tanı şekline göre farklılıklar göstermektedir. Otopsi çalışmaları RV enfarktüsünün ölümcül inferior enfarktüsler ile birlikte olma sıklığının %25- 34 arasında olduğu tespit edilmiştir. Buna paralel olarak, Girişimsel olmayan çalışmalar RV enfarktüsünün infero-posterior duvar enfarktüsü ile birlikte olma sıklığının % 30 olduğu tespit edilmiştir (8). Sonuç olarak, Tanı ölçütlerine göre RV enfarktüsü sıklığı %10 ile 50 arasında değişmektedir. Inferior enfarktüslerin yarısından fazlasında RV iskemisi gösterilmiş olmasına karşın bunların sadece %10 veya 15' inde belirgin RV enfarktüsünün klasik hemodinamik bulguları saptanmıştır (9). SHOCK çalışması kayıtlarında kardiyojenik şok şüphesi olanların %2,8' i izole RV yetmezliği nedeniyle (10).

RV enfarktüsü varlığı inferior duvar enfarktüslerinde mutlaka düşünülmelidir. RV' nin iskemisi ya da enfarktüsü RV kompliyansında, dolumun da ve RV atım hacminde azalma ile sonuçlanır. Bu sağ taraftaki değişiklikler paralel olarak LV doluşunu ve kalp atım hacmini düşürür. Ayrıca, RV ani genişlemesi interventriküler septumu sola kaydırır ve sonuç olarak LV diyastol sonu basıncında artış, LV kompliyansında ve kalp atım hacminde azalma ile sonuçlanır. LV kompliyansındaki bu değişimler RV genişlemesinin sonucu olarak gelişen perikart içi basınç artışı ile daha fazla belirginleşir (11,12).

Hipotansiyon, boyun venöz dolgunluğunda artış ile temiz akciğer ve nefes darlığının olmayışıyla giden klasik üçleme RV enfarktüsü için yüksek özgüllüğe

ancak düşük duyarlılığa sahiptir. Ciddi RV yetmezliğinde hastada terleme, soğuk nemli ekstremiteler, değişen bilinç durumu gibi düşük kalp atım hacmi bulguları ortaya çıkar (13). Pulsus paradoks (kan basıncının nefes almakla 10 mmHg' dan daha fazla düşmesi) ya da Kussmaul işareti (boyun venöz dolgunluğunun nefes almakla artması) RV enfarktüsülü hastalarda rapor edilmiştir. İnférieur duvar enfarktüslerinde artmış boyun venöz dolgunluğu ve Kussmaul işaretinin varlığı %88 özgüllük ve %100 duyarlılıkla hemodinamik olarak belirgin RV enfarktüsünün varlığını düşündürür (11). RV enfarktüsü ile ilgili klinik bulgular özetle; artmış boyun venöz dolgunluğu, Kussmaul işareti, hipotansiyon, anormal boyun venöz basınç paterni, Pulsus paradoksus olabilir. Dinlemekle sağ taraf S3 ve S4 sesleri duyulabilir. RV genişlemesi veya papiller kas fonksiyon bozukluğuna bağlı gelişebilen triküspit kaçağına ait dinleme bulguları saptanabilir (13).

EKG, RV enfarktüsü tanısı koymak için uygulanabilen en basit ve en kolay tanısal tetkiktir. İnférieur derivasyonlarda (II,III, aVF) ST elevasyonu olan hastalarda mutlaka sağ EKG(V4R,V5R,V6R) de çekilmelidir. Sağ prekordiyal derivasyonlarda 1mm' den fazla ST elevasyonu olması RV enfarktüsü ile ilişkilidir. 200 hasta ile yapılan bir çalışmada akut inferior MI' da V4R de 1mm' nin üzerinde ST segment elevasyonu %88 sensitiviteye %78 oranın da spesifiteye ait olduğu görülmüştür.(14)

2.1 SAĞ VENTRİKÜL ANATOMİSİ:

RV' nin yandan görünümü üçgen, enine kesiti yarım ay biçimindedir. Kas kitlesi olarak LV' nin 1/6 sı kadardır. Anatomik ve fonksiyonel olarak birbirinden farklı iki bölümü vardır (15-18).

1-İnflow (Sinüs) bölümü: İnlet ve apikal trabeküler bölümlerden oluşur. İnlet bölüm triküspit kapak, korda tendinealar ve papiller adalelerden ibarettir. Apikal trabeküler bölüm septumdan serbest duvara antero apikal olarak uzanan belirgin adale bandlarıyla karakterizedir. Bu bölge sıklıkla biyopsi dokusunun alındığı, transvenöz pace maker' ların yerleştirildiği yerdir.

2-Outflow (Conus) bölümü: Nispeten düz yüzeyli olan bu bölge, basınç regülatörü olarak görev yapar. Inflow ve outflow bölüm dört adale bandı ile birbirinden ayrılır.

Bunlar infundibuler septum, pariyetal band, septal band, moderatör bandlardır. Crista supraventricularis triküspit ve pulmoner kapakları birbirinden ayıran C şeklinde adale kitlesi olup septal ve pariyetal bandlardan oluşur. Bu iki band pulmoner kapağın septal kapakçığı altında birleşir. Bu anatomik bölge infundibuler septuma uyar. Trabekuloseptomarjinalis moderatör ve septal bandın septumun ön yüzünden apekse doğru uzanan bölümüdür. İleti sisteminin sağ dalı septal ve moderatör band boyunca seyreder.

RV dört adale bandı ile LVe bağlanır. Bunlar; 1-Bulbo-spiral yüzeyel ve derin adaleler, 2-Sino-spiral süperiyor ve derin adalelerdir. Süperiyor adale bandları LV ile, derin adale bandları septum ile devam eder. Bu yapı özelliği ventriküllerin etkileşiminde önem taşır (19). Ventriküler etkileşim, çoğu kez sistolik ve diyastolik fazlarda değerlendirilir. Diyastolik etkileşim bir ventriküldeki volüm değişikliğinin septum aracılığıyla diğer ventrikül biçimini bozmasıdır. Böylece bir ventriküldeki gerginlik septumun diğer ventriküle kaymasına ve diyastolik doluşun bozulmasına yani diyastolik disfonksiyonuna sebep olur. Diyastolik olumsuz etkileşimin aksine sistolik etkileşim katılımcı özelliindedir. İki ventrikülün serbest duvarındaki ortak adale lifleri, perikard ve septum ventriküller arası mekanik etkileşimin anatomik temelini oluşturur (17,19,20) .

2.2 SAĞ VENTRİKÜL FİZYOLOJİSİ:

İntra uterin yaşamda pulmoner arteriyollerin hipertrofik müsküler tabakasına bağlı olarak pulmoner vasküler rezistans (PVR) yüksektir. RV yüksek rezistansa karşı çalıştığından relatif ventrikül hipertrofisi vardır. Doğumla beraber kan oksijen konsantrasyonunda artış pulmoner arteriyollerde vazodilatasyona ve PVR düşüşüne neden olur. Yine doğum sırasında plasenta ayrılması ve göbek kordonunun klampı ile sistemik vasküler rezistans (SVR) hızla yükselir. Yetişkinde ince cidarlı RV düşük rezistanslı akciğer damar yatağına karşı düşük basınçla çalışır. Pulmoner arterin diyastolik basıncı ile pulmoner venler ve sol atriyum (LA) basıncı arasında küçük bir fark vardır. Bu nedenle LA basıncında herhangi bir artış pulmoner arter basıncını dolayısıyla RV işini önemli derecede arttırır. Aynı şekilde LV diyastolik

doluğu pulmoner venöz dönüğe bağımlıdır. Bu nedenle RV fonksiyonunu etkileyen bir anormallik de LV fonksiyonunu etkileyecektir.

RV kontraksiyonu üç farklı mekanizma ile oluşur:

1. Papiller adaleler ve internal adale bandları kasılarak triküspit kapağı apekse doğru çeker, uzun aksı kısaltır.
2. Serbest duvarın içe hareketi körük etkisi yaratır, kontraksiyonun primer mekanizmasını oluşturur.
3. LV derin sirküler adaleleri kasılarak septumun kavsinini ve kalınlığını daha da arttırır, serbest duvarın körük etkisini güçlendirir (17,20). RV' nin ejeksiyon sonu ile aktif kontraksiyon bitiş zamanı birbirinden farklıdır. Aktif kontraksiyon sona erdiği halde ejeksiyon devam eder.

2.3 SAĞ VENTRİKÜLÜN KANLANMASI:

RV' nin kanlanması koroner sistemdeki dominantlığa göre farklılık gösterir. Toplumun % 80' inde RCA dominanttır ve RV' nin büyük kısmı RCA' dan beslenir. RV lateral duvarı marjinal daldan, posteriyor ve inferoseptal bölgesi posterior desandan arter (PDA) den, anterior ve anteroseptal bölge LAD dalları tarafından kanlandırılır. İfundibulum ise konus arterden kanlanır ve vakaların % 30 da ayrı ostiumdan çıkar. Ciddi RV hipertrofisi ve basınç yüklenmesi dışında proksimal RCA akımı hem sistolde hem de diyastolde gerçekleşir. Fakat marjinal dal sonrasında özellikle diyastolik akım dominanttır.

3.SAĞ VENTRİKÜL FONKSİYONUNU DEĞERLENDİRME

LV' de olduğu gibi RV performansıda, kalp hızı, ritm, kontraktilite ve yüklenme durumlarından etkilenir. Yüklenme ve kontraktilite RV fonksiyonunda büyük önem taşır. Fonksiyonel değerlendirme sistolik ve diyastolik fazları içerir. Normal RV sistolik fonksiyonu afterload' a bağımlıdır. Bu bağımlılık akciğer hastalıklarıyla ilgili fizyopatolojik durumlarda belirginleşir. Değerlendirmede invaziv ve non-invaziv metodlardan yararlanır. Ekokardiyografi (EKO), radyonüklid

anjyografi (RNA), manyetik rezonans görüntüleme (MRG), bilgisayarlı tomografi (BT), termodilüsyon ve anjyografi günümüzde yararlanılan metodlardır. Bunlardan çabuk yapılan, sık tekrarlanabilen ve non-invaziv özelliği ile ekokardiyografi pratikte büyük avantaja sahiptir. RNA, MRG, BT gibi gelişmiş teknikler hasta başına taşınamayışı, bilgilerin uzun sürede elde edilişi, nispeten pahalı oluşu nedeniyle ancak sınırlı sayıda vakada yararlıdır.

3.1 SAĞ VENTRİKÜL FONKSİYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE EKOKARDİYOĞRAFI

Sağ kalp, anatomi ve fonksiyonunun karmaşıklığı nedeniyle mümkün olduğu kadar çok planda incelenmelidir. En çok parasternal RV inflow ve outflow, parasternal kısa aks, apikal dört boşluk, subkostal dört boşluktan, tamamlayıcı görüntüleme olarak transözofageyal ekokardiyografik (TÖE) incelemelerden yararlanır. Transgastrik kısa aks ve transözofageyal dört boşluk yararlanılan TÖE planlarıdır. İki boyutlu inceleme bulguları “pulsed wave” (PW), “continuous wave” (CW), renkli akım Doppler bulgularıyla birleştirilerek anatomik yapı yanında fonksiyonel bilgiler de elde edilir. Böylece RV’ nin biçim ve büyüklüğü ile birlikte sistolik ve diyastolik fonksiyonları da değerlendirilmiş olur. Çeşitli ölçüm metodlarından yararlanır (19,22,23). EKO’ nun avantajları yanında bazı teknik zorlukları da vardır. RV çoğunlukla sternum altındadır. Boşluk biçimi düzensizdir. Endokard trabeküllerden dolayı düzgün yüzeyli değildir. Göğüs boşluğundaki yeri pozisyona bağlı olarak değişkendir.

3.1.1 İki Boyutlu Ekokardiyografi

Normalde kalp apeksine kadar uzanmayan ve tabanı triküspit anulus düzlemi olan RVün LVün uzun eksen uzunluğunun 2/3’ ünü geçmemesi gerekir. Bu oran eğer 2/3’ ü geçmiş ancak 1/1 oranından küçükse hafif RV genişlemesinden, oran 1/1 ise orta derecede genişlemeden ve 1/1’ den büyük ve apeksin büyük kısmını veya tamamını RV oluşturuyorsa ileri genişlemeden söz edilebilir. Aynı şekilde, sağ atriyum için kabaca sol atriyum boyutlarının aşılması sağ atriyal dilatasyonu

düşündürür. Kalitatif yöntemler ilk bakışta ekokardiyografiyi yapanın RV ve atriyumunu genişleten nedenlere odaklanmasını sağlaması bakımından oldukça yönlendiricidirler. RV boyutlarının değerlendirilmesinde kullanılan kantitatif 2 boyutlu yöntemler ise kavite çaplarının ve duvar kalınlığının ölçülmesine dayanır. RV kavite çapları en iyi parasternal kısa eksen pencerede kalbin bazal kesitinin alındığı seviyede ve apikal dört boşluk görüntüde ölçülür. En iyi modifiye parasternal uzun eksen pencerede RV inflow görüntüde yapılan bu ölçümle normal erişkinlerde RV lateral duvar kalınlığının 3.4 ± 0.8 mm olduğu bildirilmiştir. Klinikte pratik olarak 5 mm üzeri RV hipertrofisi olarak değerlendirilmektedir. RV basınç yükü varlığında RV lateral duvar gibi interventriküler septumda da hipertrofi meydana gelebilir. Septal düzleşme sağ ve LVler arasındaki anormal basınç farkına bağlıdır. Normal kalpte LV' nin yuvarlak şekli tüm kalp döngüsü boyunca korunmaktadır ve bunun nedeni LV' deki daha yüksek basınçtır. RVbasıncı arttıkça septumun bu normal kurvaturü değişerek düzleşmekte ve LV' ye doğru yer değiştirmektedir. Bu yer değiştirme, artan RV basınçları ile paralel şekilde artmaktadır. (21)

Ekokardiyografi ile RV Fonksiyonların Kantitatif Olarak Değerlendirilmesi:

RV' nin fonksiyonel ve yapısal olarak değerlendirilmesi bazı nedenlerden dolayı sorunlu olmaya devam etmektedir. Bunlardan birincisi, RV' nin LV' yi saracak şekilde yarımay şeklinde olan kompleks geometrik yapısıdır. İkincisi, ana kuvvet üreten inflow kısmından ayrı bir infundibulumu ve belirgin trabekülasyonu olmasıdır (24). Bu özellikleri, RVün herhangi bir geometrik modele oturtulamaması ve hacim hesaplarının sorunsuz yapılamamasına yol açmaktadır. Son olarak, RV' nin yük bağımlı olması, perikardiyal etkilere ve sağ taraflı hacim ve basınç yüküne maruz kalabilmesidir (25,26). RV ejeksiyon fraksiyonunun (RVEF) kantitatif olarak hesaplanması için kullanılan manyetik görüntüleme, radyonüklid ventrikülografi gibi teknikler invaziv, görece pahalı, zaman alıcı ve RVün kompleks geometrisinden etkilenen tekniklerdir (27,28). Normal RVEF % 40 -76 arasındadır. Bu nedenle, klinik pratikte çok fazla uygulanamamaktadır. Buna karşılık ekokardiyografi, kısa

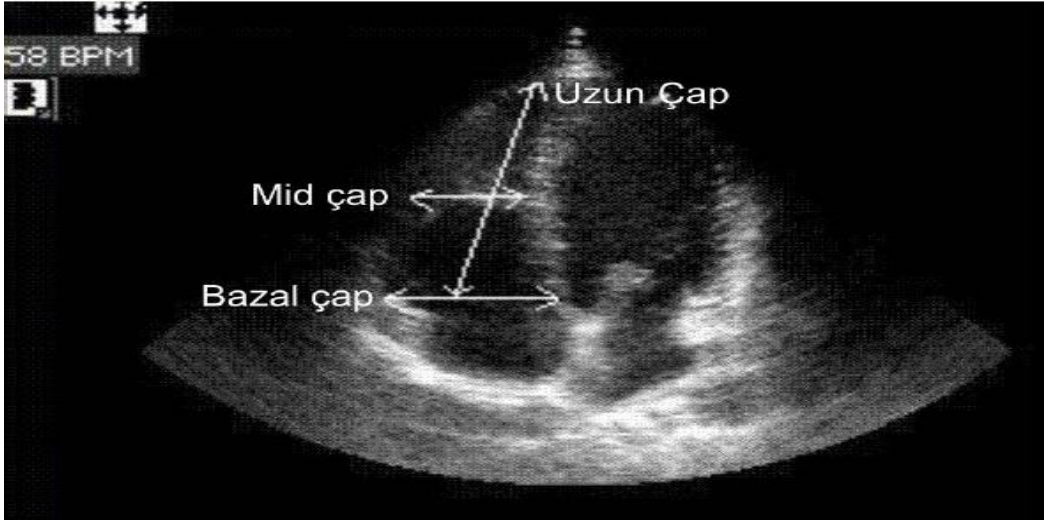
sürede yapılabilen, görece ucuz, girişimsel olmayan ve kısa sürede yorumlanabilen bir teknik olarak RV fonksiyonlarının değerlendirilmesinde kullanılabilir. RV fonksiyonları için geliştirilen bir dizi boyutlu EKO parametresi bulunmaktadır.(29)

RV enfarktüs değerlendirmesinde kullanılacak ekokardiyografik değerlendirme yöntemleri:

1. İki boyutlu ekokardiyografi
2. M mod ekokardiyografi
3. Doppler ekokardiyografi
4. Strain ekokardiyografi

RV boyutlarının iki boyutlu ekokardiyografi ile ölçümü:

Septum-RV serbest duvar triküspit kapak düzeyinden, mid-septum mid-serbest duvar arasından ve triküspit kapak düzeyi ile apex arasından ölçüm yapılır.(Şekil 1).



Şekil 1: Apikal 4 boşluktan RV çaplarının ölçülmesi.

RV fonksiyonları değerlendirilirken RV çıkış yolu (RVOT) ve pulmoner arter çapları da değerlendirilmelidir. RVOT parasternal kısa aksan aortik kapak

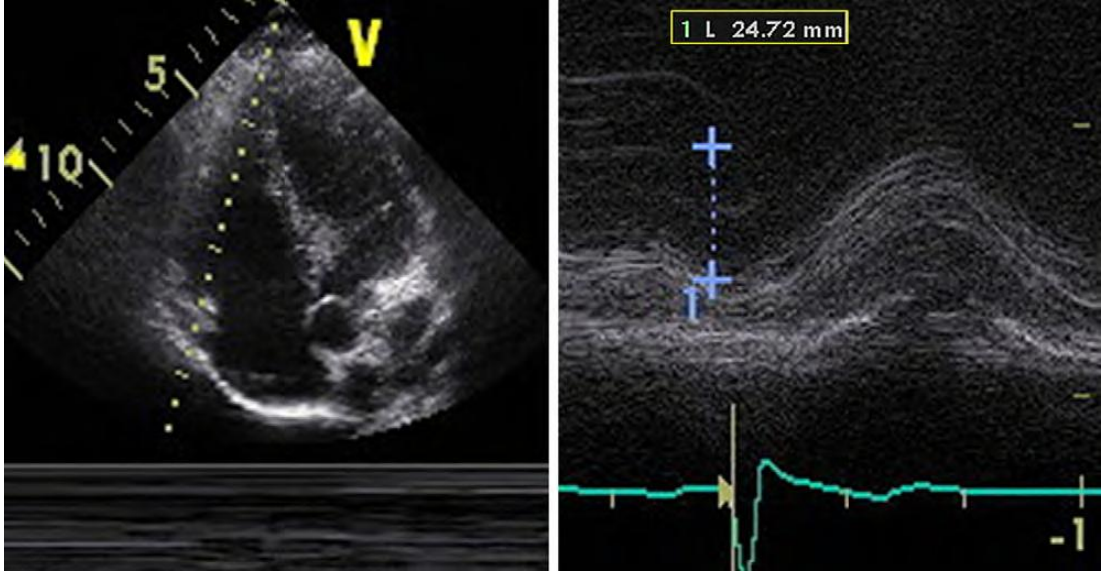
düzeyinden (RVOT1) ve pulmoner kapak düzeyinden (RVOT2) değerlendirilir. Yine aynı pencereden pulmoner arter çapları ölçülür

Triküspit Anüler Düzlem Sistolik Hareketlerinin (TAPSE) ölçümü:

RV fonksiyonları hakkında kantitatif bilgi veren TAPSE (triküspit anüler düzlem sistolik hareket) standart RV ölçümlerinden birisidir. Ventrikül uzun aksı boyunca olan uzunlamasına/aksiyal hareketin en kuvvetli olması nedeni ile en hareketli kısmı bazallerdir ve global fonksiyonlarına büyük katkı sağlarlar. Kalp siklusu boyunca kalbin sirküler hareketinin az, rotasyonunun minimal ve apeksin relatif sabit oluşunu kabul edersek kalbin uzun aks fonksiyonunu değerlendirmede atriyoventriküler kapak anulus hareketleri önem kazanır (30).

TAPSE ölçümü için apikal dört boşluk görüntüde, triküspit anulus-lateral serbest duvar ile birleştiği noktadan M-mod trase elde edilir. Bu trasede apekse doğru iki hareket gözlenir. Birinci ileri hareket anulusun sistolik hareketini, ikinci pozitif dalga ise düşük amplitüdü olup atriyum sistolüne aittir. Yani diyastolik periyodu yansıtır. Triküspit anulusun ileri itmesi ile ilgili olduğundan atriyum kompliyansı ve fonksiyonu hakkında fikir verir. Bu iki harekette presistolik incelmeyi bazal seviye olarak alırsak bazal-tepe arasındaki mesafe, sistolik fonksiyon için sistolik hareketin büyüklüğünü verir (Şekil 2).

Tamborini ve arkadaşlarının yapmış olduğu 750 hastalık bir çalışmanın sonucuna göre Rv fonksiyonlarını değerlendirmek için TAPSE' nin cut-off değeri 17mm olarak tespit edilmiştir(31,32). RV hareketinin büyük kısmının, ince RV duvarında longitudinal olarak yerleşen subendokardiyal miyokardiyal lifler vasıtasıyla olduğu ve bu nedenle uzun ekseninde annüler düzlem apeks arasında meydana gelen triküspit annülüs hareketinin global RV fonksiyonları hakkında bilgi verdiği düşüncesine (33) dayanan bu ölçümün RV sistolik fonksiyonları hakkında doğrudan bilgi verdiği ve RVEF ile korelasyonunun iyi olduğu gösterilmiştir (34). Uygulanması kolay, hızlı, hataya açık olmayan bu parametre, RV sistolik fonksiyonlar açısından diğer iki boyutlu parametrelere göre daha çok tercih edilmektedir.



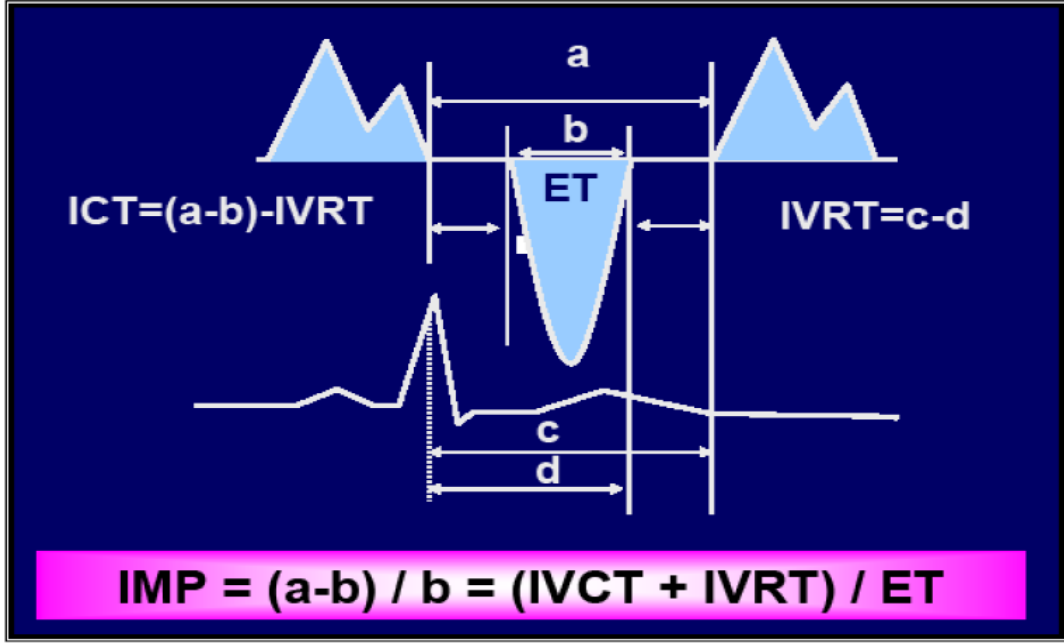
Şekil 2: Triküspit Anüler Düzlem Sistolik Hareketlerinin (TAPSE) Ölçümü

RV izovolümetrik relaksasyon zamanı (IVRT):

LV IVRT Dopplerle rutinde aort kapanışı ile mitral akım başlangıcı arasındaki süre olarak ölçülür. Ancak bu metodu aynı şekliyle RVe uygulamak mümkün değildir. RVde İVRT değişik metodlarla ölçülmeye çalışılmış. Burstein (35) pulmoner kapak kapanışı ile triküspit kapak açılışı arasındaki zamanı fonokardiyogram ve juguler venöz trase kombinasyonundan hesaplamıştır. Bu zaman aralığından yararlanarak pulmoner arter sistolik basıncının hesaplanacağını göstermiştir. Aynı zaman aralığı Hatle ve ark.(36) tarafından Doppler ile ölçülmüş. Larrazet ve ark.(37) RV için LV' ye benzer bir ölçüm metodu ortaya koymuşlar ve IVRT yi pulmoner arter ve triküspit kapak akımlarından hesaplamışlar. Buna göre pulmoner arter Doppler akım örneğinden R dalga başında pulmoner arter (RPA) ejeksiyon sonu süresi ile triküspit kapak Doppler akım örneğinden R dalgasından triküspit kapak akım başlangıcı (R-TV) süresi ölçülmüştür. $IVRT=(R-TV \text{ akım başlangıcı})-(R-PA \text{ akım sonu})$ olarak hesaplanmıştır. Normal yetişkinlerde IVRT 50 yaş ve altındakilerde 21 ± 7 msn, 50 yaş üzerinde ise 33 ± 19 msn değerinde bulunmuştur.

RV Miyokart Performans İndeksi (MPI) (Tei-İndeksi):

İlk kez Tei (38) ve arkadaşları tarafından tanımlanan MPI ventrikülün hem sistolik hemde diyastolik fonksiyonunu gösterir (39). İndeks izovolumetrik kasılma ve gevşeme zamanlarının toplamının ejeksiyon zamanına oranı ile PW Doppler traselerinden elde edilir (Şekil 10). Ancak triküspit ve pulmoner arter ileri akım kayıtlarının birlikte alınması mümkün olmadığından kayıtlar ayrı ayrı alınarak birleştirilmek zorundadır. Buna karşın Doku Doppler kayıtlarında MPI hesabı daha kolay hesaplanır. İndeksin normal değeri LV için 0.39 ± 0.05 iken RV için 0.28 ± 0.04 olarak bildirilmektedir (40). Konjenital kalp hastalığı (41), Primer pulmoner hipertansiyon (42), Kronik obstruktif akciğer hastalığında (43,44) prognozun iyi bir göstergesi olduğu gösterilmiştir (şekil 3).



Şekil 3: RV global performans indeksi (MPI) hesaplanması a: Triküspit kapağın kapanmasından yeniden açılmasına kadar geçen süre; b: pulmoner ejeksiyon zamanı. IVRT: İzovolemik rekalsasyon zamanı, IVCT: İzovolemik kontraksiyon zamanı

Tei indeksinin bazı avantajları vardır:

- 1-Hem sağ (45) hemde LV (39,46) fonksiyonlarını değerlendirmek için kullanılabilir.
- 2-Hem sistolik hem de diyastolik performansı gösterir.
- 3-Klasik Doppler kayıtlarına göre daha kolay elde edilir.
- 4-Arteriyel kan basıncından etkilenmez (46).
- 5-Kalp hızı 50 ile 120 atım/dk da düzetme gerekmez. (38,40,47).
- 6-Ventrikül geometrisine bağlı değildir.
- 7-Yüklenme durumundan ve triküspit regürjitasyonundan etkilenmez.

Dezavantajları ise; kalp hızı 120/dk üzerinde güvenirliliği belli değildir.

RV' nin Doku Doppler İle Değerlendirilmesi:

Doku Doppler (DD) görüntüleme miyokard hareket hızının analiz esasına dayanan bir ekokardiyografik yaklaşımdır (48,49). Doku Doppler görüntülemede aynı Doppler kuralları geçerlidir. Ancak konvansiyonel Dopplerde yüksek frekanslı ve düşük amplitüdü kan hücrelerinin hızı ölçülürken, DD düşük hız ve yüksek amplitüde sahip miyokardan gelen sinyalleri analiz eder. Kardiyak yapılar 0,06-0,24 m/sn hızla hareket eder. Bu kan akım hızının yaklaşık onda biri kadardır.

Doku Doppler görüntüleme ile elde edilen hızlar, sadece miyokard kasılması ve gevşemesinden değil aynı zamanda kalbin rotasyonundan da etkilenir. Ancak uzun aks boyunca ventriküllerin rotasyonu minimaldir ve apeks kalp siklusu boyunca sabittir. Bu yüzden DD ile annulus hareketlerin izlenmesi bize global ventrikül fonksiyonu hakkında bilgi sağlar.

Spektral PW DD yöntemi ile maksimal hızlar ölçülür. Miyokard diyastolik/sistolik fonksiyonların objektif değerlendirilmesine olanak sağlar. PW Dopplerde düşük velosite sinyallerini elimine etmek için yüksek geçiş filtreleri ve yüksek gain ayarları kullanılır. Doku velositelerini ölçmek için geçiş filtrelerini kaldırmak ve düşük gain amplifikasyonu yeterlidir.

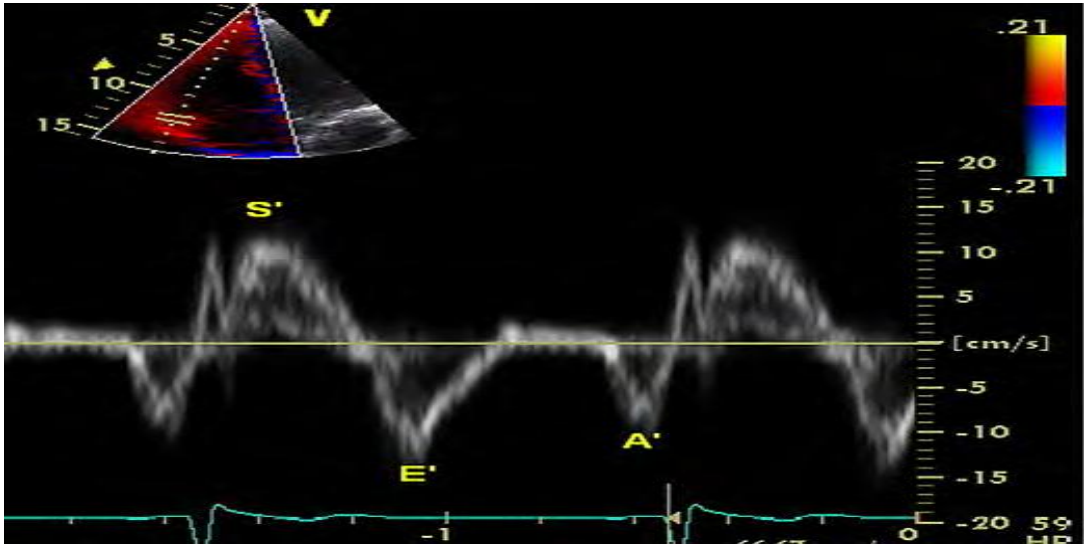
Parasternal kısa aks, RV uzun aks ve apikal dört boşluk kesitlerde, triküspit annulus lateral köşeden alınan pulsed DD görüntüler RV fonksiyonlarını değerlendirilmesinde kullanılabilir. Kronik obstrüktif akciğer hastalığı, RV

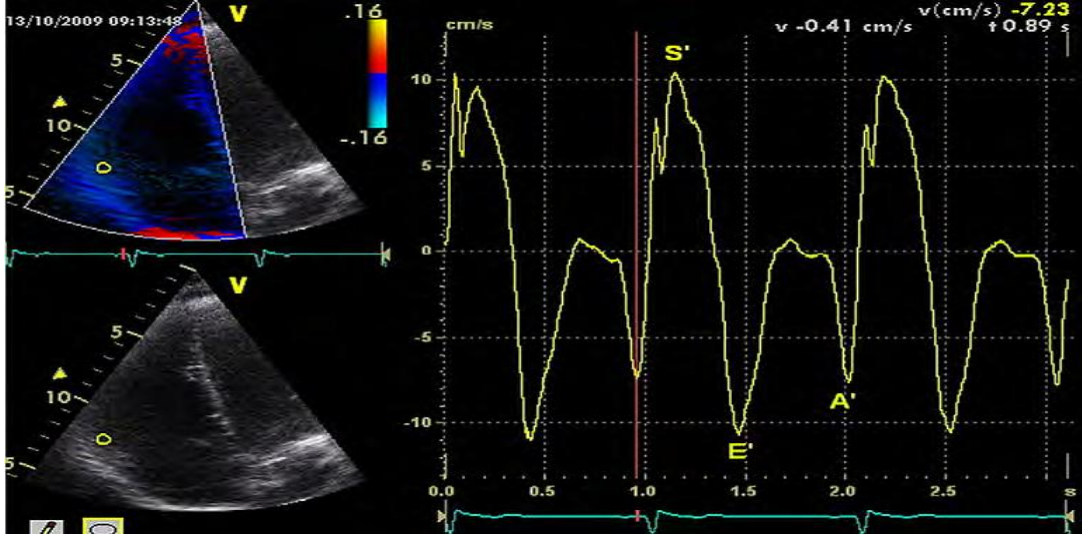
infarktüsü ve pulmoner hipertansiyon gibi sağ taraf hastalıklarında PW DD sayesinde RVsistolik ve diyastolik fonksiyonlarının azaldığı tespit edilmiştir.

Son yapılan çalışmaların birinde pulmoner arter basıncından bağımsız RV sistolik fonksiyonun tesbitinde triküspit anulus sistolik velositenin önemi gündeme gelmiştir.

PW DD ile sistolik/diyastolik triküspit anulus velositelerin ve zaman intervallerinin saptanması mümkün olmaktadır. Sistolik ejeksiyon sırasında oluşan triküspit anulus velosite (St) RV fonksiyonlarını değerlendirilmektedir (50). Benzer şekilde erken diyastolik anulus velosite (Et) ve geç diyastolik triküspit anulus velosite (At) ve Et/At oranı diyastolik fonksiyon değerlendirilmesine imkan sağlar.

RV DD görüntüsünü almak için, apikal dört boşluk görüntüde PW örnekleme volümü triküspit lateral lifletine komşu RV serbest duvar köşesine yerleştirilir. Alet ayarları; kazanç, filtre ayarı en düşük konumda, kompres ve rejekt ayarı en yüksek düzeyde, hız ayarı genellikle -30 ve +30 cm/sn arasında tutulacak şekilde ve örnekleme volüm genişliği 5 mm olacak şekilde ayarlanır. Ölçümlerin solunumdan etkilenmemesi için ekspiryum sonunda ki apne döneminde alınan kayıtlar ölçüm için kullanılır. Bu şekilde elde edilen Doppler trasesinde esas olarak bir pozitif St ve Et ve At olmak üzere iki tane negatif diyastolik dalga görülür (Şekil4).





Şekil 4: RV sistolik fonksiyonunu gösteren triküs pit anulus doku Doppler: (üst) pulse ve (alt) color-coded offline analizi.

Kukulski ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada RV miyokard velositeleri yaklaşık olarak sistolik $12,2 \pm 2,6$, erken diyastolik $12,9 \pm 3,5$, geç diyastolik $11,6 \pm 4,1$ saptanmıştır. Pik sistolik velositeler yaşla beraber düşerken, mitral akım velositelerinde olduğu gibi yaşla beraber erken diyastolik hızlar azalırken, geç diyastolik hızlar artar. RV erken diyastolik hareket lateral duvarda septuma göre daha erken başlar. Normal bireylerde RV sistolik ve diyastolik pik velositeleri solunumsal değişim gösterirler (51).

DD görüntüleme ile RV sitolik fonksiyonları göreceli ön ve ard yükten bağımsız olarak değerlendirilmektedir. Triküs pit anulus hareketinin zaman intervallerinin ölçülmesi, izovolümik kontraksiyon zamanı ile izovolümik relaksasyon zamanının toplamının ejeksiyon zamanına bölümüyle RV MPI hesaplanabilir(52).

Doku Doppler ile alınan triküs pit anulus kayıtlarda; erken diyastolik velosite ve Et/At oranının, göreceli önyükten bağımsız olduğu ve RV diyastolik fonksiyonları değerlendirmede en güvenilir parametre olduğu gösterilmiştir (53,54). RV' de longitudinal plandaki hızlar LV' den daha yüksek bulunur. Radyal planda ise LV hızları daha yüksektir. LV' den farklı olarak RV bazal segment hızları annuler hızlardan daha yüksek bulunur.

RV triküs pit anulus diyastolik hızları, ön yük değişikliklerinden, geleneksel PW dopplere göre daha az etkilenir. Triküs pid anulus sistolik hızı, global RV sistolik

fonksiyonunun bir göstergesidir. RV triküspit anulus sistolik hızı ile radyonüklid ventrikülografi ile ölçülen RVEF arasında iyi bir korelasyon vardır.

Sistolik annuler hızın 11,5 cm/sn nin altında olması % 90 duyarlılık % 85 özgüllükle RV EF sinin % 50 nin altında olduğunu gösterir. İnferyor MI' ya RV MI eşlik ediyorsa sistolik ve erken diyastolik hızlar azalır. Sistolik hızın 12 cm/sn altında olması RV MI gösterir (% 81 duyarlılık ve % 82 özgüllük) (55).

3.1.2 Strain, strain rate görüntüleme ve Speckle Tracking

Ekokardiyografi:

Strain ve strain rate ekokardiyografi, doku Doppler prensibine dayalı kardiyak görüntüleme metodudur. İlk kez Mirskey ve Parmley miyokardın mekanik özelliklerini değerlendirmek amacıyla miyokardiyal straini tanımlamışlardır (56). Heimdal ve ark. ise ilk kez 1982' de doku Doppler metodu ile longitudinal gerçek zamanlı strain ve strain rate ölçümlerini tanıtmışlardır (57). Strain ve strain rate ekokardiyografi 1990' lı yılların sonunda ventriküler performans ölçen birer metod olarak hayata geçmiştir . Klasik yöntemlerden olan M-mod, iki boyutlu (2D) ve Doppler ekokardiyografi yöntemleriyle elde edilen verilerle, sınırlı bir anatomik ve işlevsel kalp değerlendirilmesi yapılmaktadır. İkincil harmonik görüntüleme ile 2D görüntülerde sağlanan iyileşme, paralel görüntü işleme teknolojisi ile görüntü yenilenme hızında kaydedilen artış ve nihayetinde doku Doppler temelli parametrik görüntüleme teknikleri ile kalp kasının hareket ve/veya deformasyon miktarı ve hızı ölçülebilir hale gelmiştir.

Strain ve strain rate ekokardiyografi, doku Doppler ekokardiyografi' deki miyokardiyal komşu segmentlerin translasyon ve gerilmesinden etkilenmediğinden bölgesel miyokardiyal işlevin değerlendirilmesinde daha üstün bir yöntemdir. Aynı zamanda TDI' da görüntülenen bölgedeki miyokardiyal segmentin ölçülen hızı açığı bağımlı olması ve maksimal hızların kesin belirlenmesini zorlaştırması da strain ve strain rate ekokardiyografi' nin bölgesel duvar hareketlerinin nicel olarak incelenmesinde daha ön planda olmasını sağlamaktadır(58).

Temel Prensipler ve Teknik

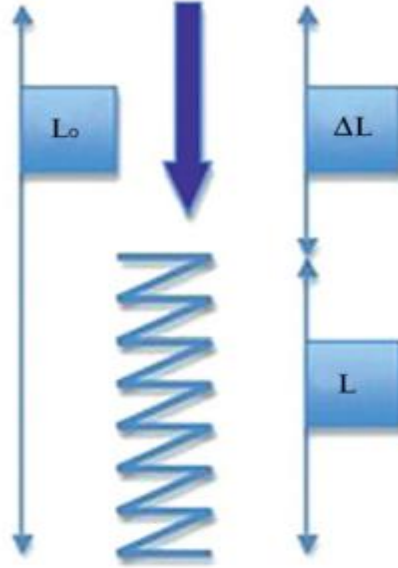
Hareket ve Deformasyon: Farklı ekokardiyografik görüntüleme yöntemleri dikkate alındığında hareket ve deformasyon ayrımını yapmak önemlidir. Yer değiştirme ve hız “hareketi”, “strain” ve “strain rate” ise “deformasyonu” gösterir. Hareket genel anlamda bir cismin zaman içerisinde yer değiştirmesidir.

Hareket eden bir cisim deforme olmadığı sürece her bir noktasının hareket hızı aynıdır. Hız kalp dokuları için cm/sn veya m/sn olarak ifade edilir. Renkli doku Doppler görüntüleme tekniği (RDD) ile kan akımına göre daha düşük hızlı fakat yüksek frekanslı kalp kası hareketlerine ait vektör bilgisi (hız ve yön) gri skala 2D görüntüler üzerinde haritalanır. Genellikle kırmızı ve tonları proba yaklaşan, mavi ve tonları probtan uzaklaşan doku hızlarını ifade eder. Normal kasılan LVün uzun eksenini boyunca en yüksek doku hızları bazal segmentlerde kaydedilir ve 15-20 cm/sn dolaylarındadır. Bazal segmentlerden apekse doğru hareket hızları azalır ve apeks göreceli olarak sabittir (59). Bu bilgi bizi, aynı siklus içinde bazalden apekse doğru kalp kası segmentlerinin farklı miktarlarda yer değiştirdiği doğal sonucuna götürür. Renkli doku Doppler görüntülerinin içerdiği hız ve yön bilgisi kullanılarak kalp siklusunun istenilen bir diliminde (genellikle sistolde) komşu segmentlerin hız-zaman entegrali hesaplanarak her segmentin sistol boyunca yer değiştirme miktarları bulunabilir. Farklı yer değiştirme miktarlarının farklı renklerle kodlanması ile de doku yer değiştirme miktarını görüntüleyen teknik (Tissue Tracking) geliştirilmiştir. Bu görüntüleme tekniği sayesinde bir siklus içerisinde EKG’den belirlenen istediğimiz bir zaman aralığı boyunca kalp kası segmentlerinin renk kodları yardımıyla hareket miktarları karşılaştırılabilir (60).

LV duvar hareketlerinin komşu segmentlerde farklı hızlarda ve miktarlarda oluşu, LVün kasılıp-gevşerken ‘deforme’ olduğunu göstermektedir. Hareket ve deformasyon birbiriyle ilişkili ancak bir o kadar da farklı kavramlardır. Deforme olmadan hareket eden bir cismin her noktasının hız sabittir. Bir başka deyişle kalp kasında olduğu gibi intakt bir dokunun hareketi sırasında iki ucu arasında bir hız farkı varsa bu doku deforme olarak hareket etmektedir.

Günlük dilde “strain” sözcüğü gerilme anlamında kullanılmakla birlikte bir fizik terimi olarak strain; elastik bir cisme uygulanan bir yük neticesi cismin orijinal

boyutuna göre meydana gelen göreceli deformasyon miktarı olarak ifade edilir ve $e = (L-L_0)/L_0 = \Delta L/L_0$ formülü ile hesaplanır (61). Bu uzunlamasına deformasyon formülünün de L_0 cismin başlangıç uzunluğu, L uygulanan yük sonrası oluşan uzunluğu, ΔL ise göreceli deformasyon miktarıdır (şekil 5).



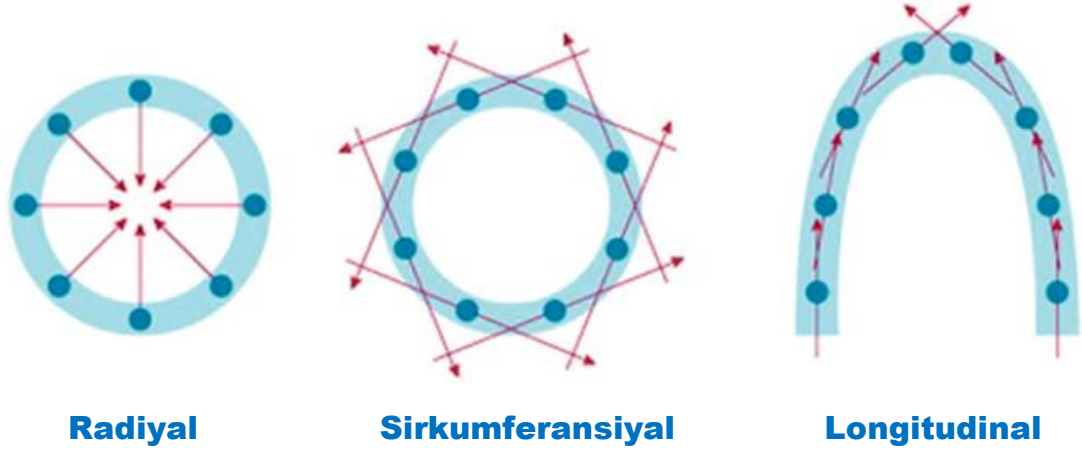
$$\text{Strain} = (L-L_0)/L_0 = \Delta L/L$$

Şekil 5: Deforme olan bir cismin basitçe şematize edildiği bu örnekte kalp kasında olduğu gibi uzunlamasına kısılma şeklindeki bir deformasyon görülmekte. Eğer $L_0=5\text{cm}$, $L=4\text{cm}$ kabul edilirse $\Delta L=1\text{cm}$ ve Lagrangian formüle göre $-\%20$ veya -0.20 negatif strain oluşmaktadır. Bununla birlikte bu deformasyon değişik hızlarda olabilir. Ayrıca kalp kasının sıkıştırılamaz olma özelliği (incompressibility) de şekile yansıtılmış olup dikkatle incelendiğinde kısılmaya kalınlaşmanın eşlik ettiği görülmektedir. ΔL :uzunluk değişimi, L_0 : kısılmamış orijinal uzunluk, L : kontraksiyon sonundaki uzunluk

Deformasyon miktarı boyuttan bağımsız bir ölçüt olup birimi % olarak ifade edilir. Pozitif strain değerleri uzama-kalınlaşma, negatif strain değerleri kısılma-incelme şeklinde olan deformasyonu gösterir.

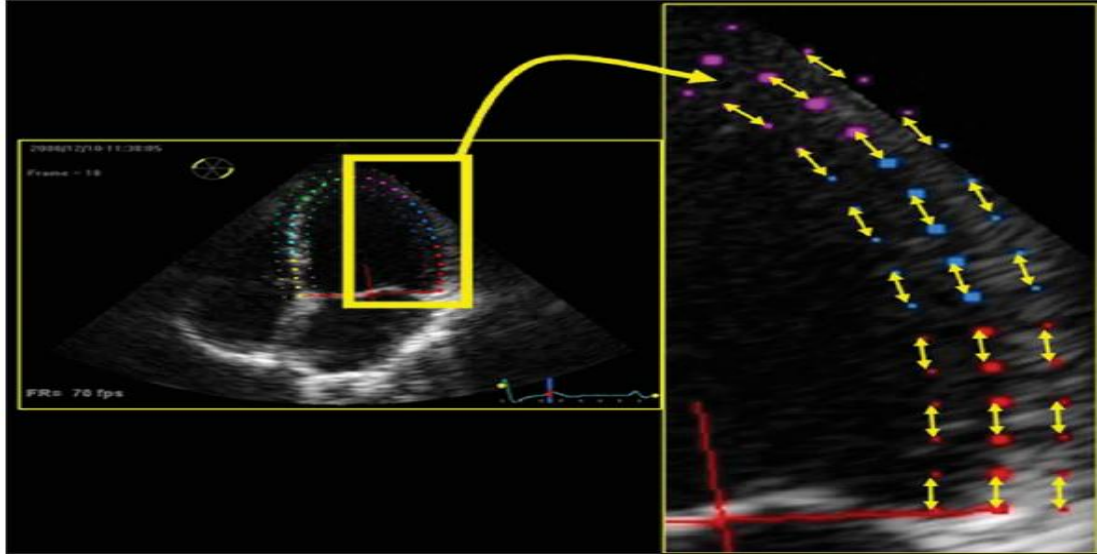
Normal LV kalp kasında siklus boyunca üç düzlemde deformasyon olur. Uzun ekseninde sistolde kısılma, diyastolde uzama, transvers ekseninde (radyal) sistolde kalınlaşma, diyastolde incelme olurken sirkumferansiyal ekseninde sistolde kısılma, diyastolde uzama kaydedilir (Şekil 6a ve 6b). Kalp kasının sıkıştırılamaz olma özelliği nedeniyle her üç boyuttaki deformasyonu birbiriyle ilişkilidir. Bir

düzlemdeki strain aslında birden fazla düzlemdeki straini yansıttığı için bir segmentte duvar kalınlaşması ile kısılması aynı bölgesel işlevi gösterir (62).

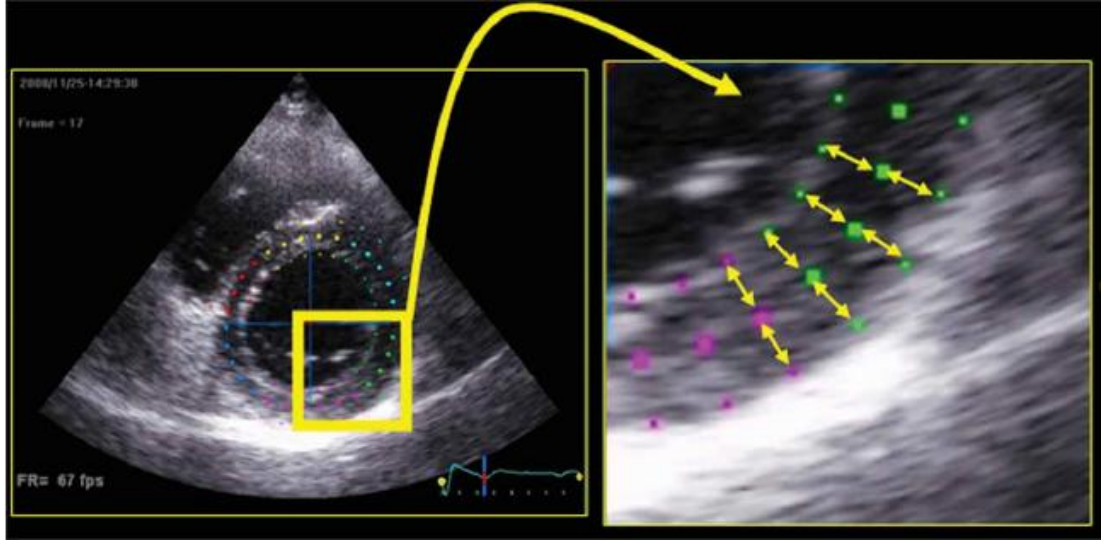


Şekil 6a: Çeşitli tiplerdeki LV duvar strain örnekleri

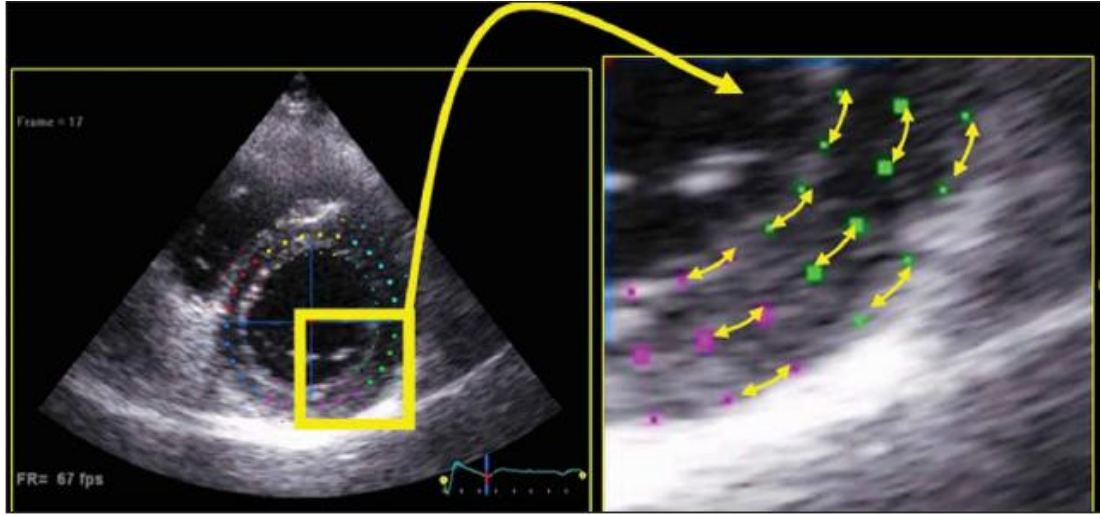
A



B



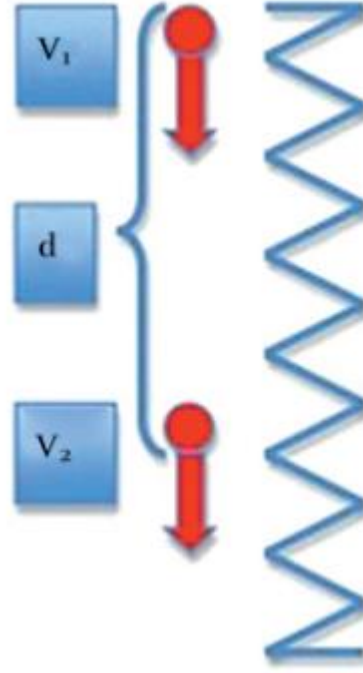
C



Şekil 6b: Speckle-tracking ekokardiyografik analiz ile myocardiyal deformasyonun çeşitli mstrain örnekleri ile ölçülmesi. Longitudinal strain örneği (A), radial strain örneği (B), ve sirkumferensiyel strain örneği(C)

Strain rate (SR) ise deformasyon hızı olup, birim zamanda oluşan instantenöz straine (veya strain değişimine) eşittir ve s^{-1} olarak ifade edilir. Velosite gradyenti(VG) ilk olarak transmural endo-epikardiyal hızları için tanımlanmış, daha sonra uzun eksene uyarlanmıştır (63). Eğer velosite gradienti eşitliği diğer bir ifade ile gösterilirse doğal SR' in deforme olan cismin uçları arasındaki VG ile aynı olduğu görülür(Şekil 7). Bir başka deyişle velosite gradienti strain rate ile aynı şeyi ifade eder ve velosite gradientinin ya da strain rate' in zaman integrali de doğal strain' i verir. Araştırma

geliştirme amaçlı çok sayıda değişik teknikler denenmekle birlikte günümüzde strain ve strain rate görüntüleme, renkli doku Doppler görüntü içeriğinin işlenilmesi veya 2 D gri skala görüntülerde ‘ speckle tracking’ yöntemiyle kasılma ve gevşeme süresince doku yansımalarının takip edilmesine dayalı iki şekilde klinik kullanıma sunulmuştur.



$$\text{Strain rate: } (V_1 - V_2) / d$$

Şekil 7: Deforme olan bir cismin basitçe şematize edildiği strain rate örneği. V_1 : velosite noktası, V_2 : velosite noktası, d : 2 uzaklık arası mesafe

Normal kasılma paterni gösteren bir LVün uzun eksen boyunca apikal, mid ve bazal segmentlerindeki hız, hareket, SR ve strain eğrileri birbirinden farklıdır. Sistol boyunca LV apeksi göreceli olarak sabit kaldığı, bazalden apekse doğru uzun ekseninde miyokart segmentleri kısalarak deforme olduğu için bazalden apekse doğru miyokart segmentlerinin hız ve hareket miktarları azalırken deformasyon hızları (SR) ve miktarları (strain) ise göreceli olarak sabittir.

Gri skala temelli strain rate(speckle tracking):

Kalp kasından yansıyan ultrason dalgalarının interferansı 2D gri skala görüntüde her bir bölgesinde diğerinden farklı, rastgele ve düzensiz bir parlaklık (speckle) oluşturur. Bu parlaklıkların rastgele dizilişi aynı zamanda her bir miyokart bölgesi için parmak izi gibi özel görünümünü sağlar. Parlak yansımalar miyokart hareketiyle birlikte hareket ettiği için bir frame' den diğerine geçildiğinde bu parmak izi niteliğindeki parlak yansımalar kısmen şeklini koruyarak farklı bir konuma hareket eder. Böylece, bir frameden gri skala yansımaları tanımlanmış referans bir bölgenin sonraki framede farklı lokasyonları tarayarak en benzer yansıma paterni gösteren bölgeyi bulan bir arama algoritması yardımıyla yeni pozisyonu tespit edilebilir (64). Bu durumda 2D gri skala görüntüde ' speckle tracking' yöntemiyle bir miyokard bölgesinin siklus boyunca hareket-zaman eğrisi elde edilebilir. Buradan ilgi alanın hızı, hareket eğrisinin zaman derivatifi alınarak veya hareket miktarının frame zaman aralıklarına bölünmesiyle bulunabilir. İki miyokart alanı eş zamanlı takip edilirse bunlar arasındaki deformasyon miktarı (lagrangian strain) birim uzunluğa düşen rölatif hareket oranlarının ölçümüyle ve birim zamana düşen strain (yani SR) benzer şekilde strain eğrisinin zaman derivatifi alınarak hesaplanır. Speckle tracking tekniğiyle segment sınırları arasına otomatik olarak yerleştirilen ilgi alanları sayesinde segment uzunluklarındaki değişim ölçülerek her bir segmentin ayrı ayrı ve tüm segmentlerin ortalama straini hesaplanabilir. Bu yöntemle, ultrason ışını geliş yönünde değil, iki boyutta duvar hareket yönü boyunca doku takip edildiği için açı bağımsız gerçek segmenter strain ve SR hesaplanmaktadır. Ayrıca uygulama otomatik segmentasyon olanağı sağlayarak elle tespit edilen ilgi alanlarına göre sonuçların daha tekrarlanabilir olmasını sağlar. Prensipinde speckle tracking tekniği hareketin yönünden bağımsızdır ve çapraz yönlü hareketi de takip edebilir (65). Bu özellikten faydalanılarak aynı apikal uzun eksen 2D görüntüde çok sayıda ilgi alanı takip edilerek hem uzun hem de transvers ekseninde strain ve SR görüntülenebilmektedir. Bununla birlikte tekniğin başarısı büyük ölçüde frame hızı ve lateral çözünürlüğünün iyi olmasına bağlıdır ki lateral rezolüsyon derinlik ve frame hızı arttıkça azalmaktadır. Lateral çözünürlüğü artırmak için düşük frame hızları kullanıldığında ise özellikle yüksek kalp hızlarında, frame geçişleri arasında ilgi alanı fazla miktarda yer değiştirdiğinden doğru takibi mümkün olmamaktadır. Bu nedenle günümüz teknolojisi ile speckle tracking tekniği optimal 50-70 f/sn frame

hızlarında işlemektedir. Doku Doppler tekniğine göre oldukça düşük olan bu frame hızları nedeniyle yöntemin temporal çözünürlüğü sınırlıdır. Bu durum özellikle ani gelişen izovolümik fazlar ve diyastolün erken ve geç doluş fazlarında zirve strain rate değerlerin olduğundan daha düşük ölçülmesine neden olurken sistolik hız ve strain daha az etkilenir. Ayrıca eko boşlukları, reverbarasyon artefakları, kontraksiyon sırasında kalbin kısmen kendi eksenini etrafında dönmesi ve translasyon etkileri gibi çeşitli faktörlerden dolayı aynı kesitin görüntülenememesi speckle paterninde değişiklikler yaparak ilgi alanlarının doğru takibini zorlaştırabilir. Bir ilgi alanı doğru takip edilemediğinde o segmentin strain ve SR değerleri olduğundan daha düşük ölçüldüğü gibi doğru takip edilen komşu segmentte olduğundan daha yüksek ölçülür.

Strain rate görüntüleme yeterli kalitede olmayan 2D görüntüyü daha iyi hale getirebilecek ve daha doğru algılamamızı sağlayabilecek bir teknik değildir. Aksine, çok iyi kalitede 2D görüntüler gerektirir ve düşük sinyal/gürültü oranı nedeniyle klinik kullanımda zorluklar çıkarma eğiliminde olan bir tekniktir. Bu rastgele gürültü artefakları hız bilgisine uzaysal derivativ eklenmesi nedeniyle doku Dopplerden daha fazladır. Deformasyonun çok hızlı olduğu izovolemik fazlar, zirve diyastolik ve sistolik SR ölçümlerinin güvenilir olarak yapılabilmesi için yüksek görüntü yenileme hızlarına ulaşmak gereklidir. Özellikle kalp hızının arttığı stres ekokardiyografide strain rate zirve hızlarının aslında olduğundan daha düşük ölçülebileceği unutulmamalıdır.

4. ATRİAL FONKSİYONLARIN EKOKARDİYOGRFİK DEĞERLENDİRLMESİ:

Sol atriyumun ana görevi LV dolumu ve kardiyak performansın düzenlenmesidir. Ventriküler sistol sırasında pulmoner venlerden gelen kan için rezervuar görevi, erken diyastolde pulmoner venlerden gelen kan için konduit görevi ve atriyumlarda yalnızca geç ventriküler diyastole denk gelen zaman süresince aktif atrial kasılma (atriyal sistol-atriyal kick-atriyal booster işlevi) görevi bulunmaktadır. Erken diyastolde atriyal işlevler LV kompliyansında etkilenir (66). Rezervuar işlevi ise atriyal relaksasyon, ventriküler kontraksiyon ve atriyal sertlikten

etkilenir. Sol atrium rezervuar, kondüit ve kontraktıl fonksiyonları ile LV doluşunu sağlamakta ve kardiyak performansta önemli bir rolü oynamaktadır.

Sol atrium diyastolik doluş için hacim sensörü ve baroreseptörü olarak görev yapmaktadır. Buna ek olarak, salgıladığı natriüretik peptidler aracılığı ile nörohumoral sistem (sempatik sinir sistemi ve renin-angiotensin-aldosteron sistemi) ile daima etkileşim halinde bulunmaktadır.

Atriyumun boyutu ve fonksiyonları; ekokardiyografi (üç botuylu EKO, doku Doppler inceleme, speckle tracking gönrüleme), kardiyak tomografi (CCT) veya kardiyak magnetik rezonans görüntüleme (CMR) ile değerlendirilebilir. Ekokardiyografi kolay ulaşılabılirlık, güvenilirlik, kullanışlılık ve gerçek zamanlı yüksek çözünürlüklü görüntü alınabilinmesi nedeniyle CCT veya CMR' a göre daha sık kullanılan bir tetkiktir.

Spektral Doppler: Pulmoner ven akımından sol atriyal dolum ve transmitral akımdan sol atriyal boşalmanın Doppler dalga formları ile rölatif atriyal fonksiyonlar değerlendirilebilir. E/A oranı ve atriyal dolum fraksiyonu ile atriyal sistolik fonksiyonu ve pulmoner ven kan akımından alınan dalgalardan S/D oranı ile de atriyumun rezervuar ve kondüit fonksiyonları değerlendirilebilir. Atriyal ejeksiyon kuvveti atriyal sistolik fonksiyonun değerlendirilmesinde kullanılabilecek bir başka parametredir. Sol atriyal apendiks akımlarındaki azalma tromboemboli gelişimi açısından önemli bir prediktördür. Spektral Doppler' in dezavantajı ise LV diyastolik disfonksiyonu, mitral kapak hastalığı veya hemodinamik değişikliklerden etkilenmesidir.

Doku Doppler: atriyal kontraksiyonun pulse wave ve renkli akım Doppler ile ölçümü bölgesel ve global atriyal sistolik fonksiyonlar hakkında bilgi verir (67). Doku Dopplerdeki ventriküler sistolik ve erken diyastolik dalgalarda atriyumun rezervuar ve kondüit fonksiyonları hakkında bilgi verir. Doku Doppler görüntülemenin dezavantajı ise açı bağımlı olarak yanlış ölçümlere sebebiyet vermesidir.

Deformasyon analizi (strain ve strain rate görüntüleme) :

Strain ve strain hızı parametreleri ventriküllerin olduğu kadar atriyumların değerlendirilmesine de olanak tanır. Genel olarak atriyal işlevlerin değerlendirilmesinde strain ve strain hızı global kardiyak hareketten etkilenmediği için doku Doppler yöntemlerine göre daha iyi sensitivite ve spesifisiteye sahiptir. Normalde her iki atriyumda ventrikül sistolü ve erken diyastolde aktif kasılma olmamaktadır. Erken diyastolde atriyumlar kondüit görevi görerek ventriküler relaksasyon esnasında pasif olarak boşalır. Erken diyastoldeki atriyal işlevler LV kompliyansından çok etkilenir. Atriyumlarda yalnızca, geç ventriküler diyastole denk gelen zaman sürecinde aktif atriyal kasılma olarak (atriyal sistol-atriyal kick-atriyal booster işlevi) ventrikül doluşu tamamlanır. Sol atriyum kontraktıl periyodu A dalgasının süresi, LA rezervuar periyod mitral kapak kapanması ile mitral kapağın açılması arasındaki süre, LA kondüit süresi ise mitral kapak açılımı ile A dalgasının başlangıcı arasındaki süre olarak tanımlanır. Strain ve strain hızı profilleri sol atriyum fizyolojisi ile oldukça benzerdir. LA duvarı LA kontraksiyonu sırasında kısalır bu kısalma kanın LV ve pulmoner venlere boşalmasını sağlar. LA rezervuar döneminde iki faz gözlenir: erken (izovolumetrik kontraksiyon dönemi) ve geç (ejeksiyon ve izovolemik relaksasyon süresi) dönem. Her iki dönemde pulmoner venlerden LA' ya dolumu gösteren LA' da uzama görülür. LA kondüit döneminde, sol atriyumdan LVe doluyla beraber sol atriyum duvarında kısalma gözlenir (67,69). Atriyumların değerlendirilmesi için genellikle strain hızı kullanılmaktadır. Çünkü ventrikül sistole gelen sistolik atriyal strain hızı (S hızı), ventriküler erken diyastole gelen erken diyastolik atriyal strain hızı (E hızı) ve atriyal kasılmayı temsil eden geç diyastolik atriyal strain hızı (A hızı) birbirinden temporal olarak mükemmel ayrılır ve bu nedenle, ventriküler sistolik, erken diyastolik ve atriyal sistolik özellikleri hakkında ayrı ayrı bilgi edinme imkanı doğar. Genel olarak inferiyor duvardan kontraktıl ve kondüit periyodlarında hesaplanan atriyal strain değerleri anterior ve lateral duvardan hesaplanan değerlere göre daha fazladır (Şekil 8)(Tablo 1).

	LA rezervuar fonksiyon	LA konduit fonksiyonu	LA kontratil fonksiyonu
LASV	Total LASV = LA _{max} - LA _{min} Total LAEF = total LASV/LA _{max}	Pasif LASV = LA _{max} - LA _{preA} Pasif LAEF = passive LASV/LA _{max}	Actif LASV = LA _{preA} - LA _{min} Actif LAEF = aktif LASV/LA _{preA}
İntrinsik belirteçler	LA aktif relaksasyonu LA kompliansı	LA kompliansı	LA kontraktilesi
Ekstinsik belirteçler	RV SV	LV relaksasyonu ve erken doluşu	LV diastolik kompliansı

Tablo.1 Sol atriumun fazik volümleri ve belirteçleri. LA: sol atrium; LAEF: sol atrial ejeksiyon fraksiyonu; LA_{max} : maksimal sol atrial volüm; LA_{min} : minimum sol atrial volüm; LA_{preA} : pre-atrial kontraksiyon sol atrial volüm; LASV : sol atrial atım hacmi; RV: sağ ventrikü

5. GEREÇ VE YÖNTEMLER

5.1. Çalışmanın Tasarımı:

Tanımlayıcı tipte ve prospektif olarak veri toplama yönteminin kullanıldığı çalışmamıza 01.10.2012 ile 01.10.2013 tarihleri arasında Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Pendik Eğitim ve Araştırma Hastanesi acil servisine başvuran ST elevasyonlu inferior MI hastaları dahil edilmiştir. Çalışmamız Marmara Üniversitesi Araştırma Etik Kurulu tarafından değerlendirilmiş ve onaylanmıştır. Hastalardan çalışmaya alınmaya uygun bulunanlar yazılı bilgilendirilmiş onam formları doldurulduktan sonra çalışmaya dahil edilmiştir.

5.1.1 Çalışmaya Dahil Edilme Ölçütleri:

Çalışmaya hastanemizde inferior MI sebebi ile primer PKG yapılmış olan ve çalışma koşullarını karşılayan tüm hastaların alınması hedeflenmiştir.

5.1.2 Çalışmaya dahil edilmeme ölçütleri:

Çalışmaya katılmayı onaylamayan hastalar, taburculuğundan sonraki 6. ve 9. ayında ekokardiyografi ve poliklinik kontrolüne gelmeyecek olan hastalar ve tanıli malignitesi olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

5.2 Çalışmanın Protokolü

Hastanemiz acil servise başvuran inferior ST elevasyonlu MI ile başvuran ve kardiyoloji kliniğimiz tarafından Primer PKG (PKG) yapılan 95 hastanın 81' inin tüm

verileri elde edilip çalışma sonunda değerlendirildi. Çalışmaya dahil edilmeyen 14 hastadan 8' inde hastaların kontrol muayenelei için hastanemize gelmemesi sebebi ile ve 6' sında EKO görüntü kalitesinin yetersiz olması nedeniyle çalışmaya dahil edilmedi. Tüm hastaların hastaneye yatışında demografik verileri, arteriyal tansiyonları, olası koroner arter hastalığı risk faktörleri (Hipertansiyon, hiperlipidemi, tip 2 diyabet, sigara, kronik böbrek yetersizliği vb.), klinik özgeçmişleri, kullanmakta oldukları medikal tedavileri kayıt edildi ve hastaların fizik muayeneleri yapıldı. Tüm hastalara hastanemiz acil servisine başvurmalarından ilk 30dk içerisinde primer PKG yapıldı. Hastalar primer PKG işlemi tamamlandıktan sonra ilk 48 saat mutlaka koroner yoğun bakım ünitesinde interne edildi. Klinik durumu stabil olanlar en az 3 gün de kardiyoloji servisinde interne edildikten sonra optimal medikal tedavileri ile taburcu edildiler. Hastalar primer PKG işlemlerinde 6 ay sonra kardiyoloji poliklinik muayenesi ve ekokardiyografik inceleme için kontrole çağırıldılar.

5.2.1 Elektrokardiyografik değerlendirme

Hastaların EKG' leri "Nihon Kohden, Cardioflex, Japonya" 12 kanallı EKG cihazı kullanılarak yapıldı. EKG çekimleri hastalar sırt üstü yatar pozisyonda 25 mm/sn hız ve 10 mm/mV kalibrasyonla yapıldı. Kayıt sırasında hastaların normal nefes alıp vermelerine izin verilirken öksürme veya konuşmalarına izin verilmemiştir. Yetersiz kalitedeki çekimler tekrarlandı. EKG kayıtlarının üzerine sadece kayıt numarası yazılmış olup hasta ismi veya kliniği ile ilgili bilgi verilmedi. Hastaların ayrıca sağ ve posterior prekordiyal derivasyonları acil servis ilk başvuru esnasında alınmıştır. Sağ EKG prekordiyal derivasyonlarının alınmasında farklı ekoller mevcuttur. Bunlardan birincisi sol prekordiyal derivasyonların ayna görüntüsünde yerleştirilmesidir (Şekil). Biz çalışmamızda acil serviste kullanımı daha kolay olacağını düşündüğümüz V1 ve V2 aynı yerinde bırakıp VR3: VR4 ile V1 arasına, VR4: 5. İnterkostal aralığın sağ midklaviküler hat ile kesiştiği noktaya. VR5: 5. İntrekostal aralığın sağ ön aksiller çizgi ile kesiştiği noktaya, VR6: 5. İnterkostal aralığı sağ midaksiller çizgi ile kesiştiği noktaya yerleştirerek kayıt aldık. V4R' de 1mm den fazla ST elevasyonu RV MI tanısında %88 duyarlılık, %78

özgüllüğe sahiptir. PKG sonrası taburculuğa kadar hastaların her gün EKG' leri çekilerek değerlendirildi. Kardiyak ritim takibi için yoğun bakım şartlarında monitörizasyon ile servis takiplerinde ise telemetrik EKG takibi ile yakın ritim takibi yapıldı. Takiplerinde ST elevasyonu olan hastalar tekrardan PKG' ye alındı.

5.2.2Trantorasik ekokardiyografik değerlendirme

Trans torasik ekokardiyografik değerlendirilmesi primer PKG' den sonraki 24 saat içerisinde Philips iE33 (Philips Medical Systems, Bothell, WA) transtorasik ekokardiyografi cihazında yapıldı. Veri toplama işlemi 3.5MHz erişkin prob kullanılarak parasternal ve apikal (parasternal kısa aks, midventriküler ve apikal seviye, 2 boşluk ve 4 boşluk) görüntülerde 16 cm derinlikte yapıldı. Standart M-mod, 2D ve renkli akım TDI görüntüleri hastanın nefes tutması sırasında 3 ardışık atım boyunca kaydedildi ve ileri analiz yapılabilmesi için başka bir ortama aktarıldı QLAB V6.0 (Advanced Quantification Software version; Philips). Gain ayarları, filtreler ve nabız tekrarlama frekansları renk doygunluğunu optimize etmek için ayarlandı. Renkli akım TDI görüntüler için renkli Doppler frame tarama hızı 100-140Hz, gri skala görüntüler için de frame hızı 44-82 frames/sn olarak ayarlandı.

Konvansiyonel ekokardiyografi parametreleri Amerikan Ekokardiyografi Cemiyeti (ASE) kılavuzundaki esaslara dayanılarak hesaplandı. LV ejeksiyon fraksiyonu (EF) biplane Simpson' s metodu kullanılarak ölçüldü. Rölatif duvar kalınlıkları, orta duvar fraksiyonel kısalması ve LV kitle indeksi parasternal uzun aks M-mod ölçümleri ile hesaplandı. LV diyastolik fonksiyonu değerlendirilmesinde E zirve velositesi, A zirve velositesi, deselerasyon zamanı, e' , a' ve s' parametreleri kullanıldı. Elde edilen parametrelerden E/e' değeri hesaplandı.

LV STE analizi QLAB V6.0 (Advanced Quantification Software version; Philips) programı kullanılarak yapıldı. Longitudinal strain ve strain rate analizinde apikal 4 boşluk, 3 boşluk, 2 boşluk ve uzun aks görüntüleri kullanılırken, sirkumferansiyel ve radyal strain analizinde parasternal kısa aks görüntüleri (bazal, papiller kas seviyesi ve apikal) kullanıldı. Kayıtların end-sistolik fazında endokardiyal kavite (minimum kavite alanı) tarandı ve tüm endokardiyal segmentler ve epikarda yakın ikinci konsantrik daire otomatik olarak oluşturuldu. STE verileri kardiyak döngü üzerinde beneklerin hareketinin otomatik olarak analiz edilmesiyle

hesaplandı. Ortalama strain değeri parasternal kısa aks, apikal uzun aks, apikal 4 ve 2 boşluk görüntülerde elde edilen 6 segment end-sistolik strain değerleri toplanıp altıya bölünmesiyle hesaplandı. Global longitudinal strain değeri apikal 4 boşluk, 2 boşluk ve uzun aks görüntülerden longitudinal strain değerlerinin ortalaması alınarak elde edildi. Global sirkumferansiyel strain ve global radyal strain değerleri de mid-sirkumferansiyel ve mid-radyal strain değerlerinin ortalaması alınarak elde edildi.

RV sistolik fonksiyonlarının değerlendirilmesi için RV serbest duvar, interventriküler septum, RV apeks endokard sınırı işaretlendi ve epikardiyal sınır yazılım tarafından tespit edildi. Strain eğrileri ve RV serbest duvar bazal segmentindeki yüzde longitudinal fark (RV-GLS) otomatik olarak hesaplandı.

Atriyal strain ölçümlerinde apikal 4 boşluk görüntüleri kullanıldı. Görüntüler için frame rate en az 40 frame/sn olarak ayarlandı. 2D STE analizi için, atriyal kontraksiyon sonunda (sol veya sağ atriyum en düşük volüme ulaştığı anda) endokard sınırları boyunca işaretlendi. Daha sonra yazılım otomatik olarak epikardiyal ve mid-miyokardiyal sınırları belirleyerek en dar çalışma bölgesi kullanılarak miyokardiyal duvar kalınlığı belirlendi. Daha sonra yazılım her atriyal segment için strain eğrileri oluşturdu. Zirve erken ve geç diyastolik longitudinal strain değerleri ile sol ve sağ atriyal rezervuar ve kondüit fonksiyonları hesaplandı.

5.3.3 Hastaların klinik RV MI bulgularına göre alt gruplara ayrılması

Tüm hasta grubu ACC/AHA 2006 ST elevasyonlu MI kılavuzundaki tanımlama doğrultusunda RV MI klinik bulgularına göre 2 gruba ayrıldı. RV MI klinik bulguları olarak:

1. Hipotansiyon (SBP<90mmhg)
2. Jugular venöz basınçta artış
3. Akciğer fizik muayenede ral bulunmaması
4. Hastanın diğer MI tiplerinden farklı olarak artmış olan vagal sistem uyarısına sekonder yoğun , bulantı ve kusma belirlendi.

Hastalar acil servise başvurdıklarında her iki koldan sistolik ve diyastolik kan basınçları alındı. Detaylı bir şekilde kardiyovasküler ve solunum sistemi muayenesi yapıldı.

5.2.4 İstatistiksel analiz

İstatistiksel analizler için “*Statistical Package for the Social Science (SPSS) 20.0 for Windows, Chicago, IL, USA*” yazılımı kullanıldı. Kategorik değişkenler yüzde olarak tanımlandı ve “ki-kare” testleri ile karşılaştırıldı. Sayısal değişkenler, ortalama \pm standart sapma şeklinde belirtildi. Verilerin dağılımı Kolmogorow Smirnow testi ile değerlendirildi. Sayısal değişkenlerin 2 grup arasında karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren bağımsız değişkenler için "*Student T*" testi, normal dağılım gösteren bağımlı değişkenler için paired sample testi, normal dağılım göstermeyen parametreler için Mann Whitney-U testi kullanıldı. *Pearson* ve *Spearman* korelasyon testi ile korelasyon analizleri yapıldı. Korelasyon saptanan parametrelerin birbirinden bağımsız etkinliğinin değerlendirilmesinde univariate ve multivariate logistic regresyon analizi uygulandı. Kullanılan kriterlerin tanısal değerinin geçerliliğinin denetlenmesi için “ROC” (*Receiver Operating Characteristic*) analizi kullanıldı. $P < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi

6. BULGULAR:

Çalışmaya inferior ST elevasyonlu MI tanısı ile acil servise başvuran ve primer PKG ve optimal medikal tedavi sonrası koroner yoğun bakıma yatırılıp yapılan, çalışmaya alınma kriterlerine uygun ardışık 81 hasta dahil edildi. Hastaların ortalama yaşı 60.7 ± 12.7 yıl ve bunların %18' i kadındı. Çalışmaya alınan tüm hastalar sağ prekordiyal derivasyonlarda ST elevasyonu varlığına göre; ST elevasyonu olanları grup 1 ve ST elevasyonu olmayanları grup 2 olarak ikiye ayırdık. Sağ prekordiyal derivasyonlarda ST elevasyonu olan hasta sayısı 38 (%46.9) olarak tespit edilmiştir. ST elevasyonu olan ve olmayan hastaların klinik ve demografik özelliklerini (Tablo 1)' de sınıflandırılmıştır.

Tablo 1: Çalışmaya katılan hastaların klinik ve demografik özellikleri.

	Tüm hastalar (n: 81)	Sağ EKG' de ST elevasyonu olan hastalar (n: 38)	Sağ EKG' de ST elevasyonu olmayan hastalar (n: 43)	p değeri
Yaş (yıl)	60.7±12.8	61.6±12.6	60.1±13.0	0.60
Kadın (%)	18 (%22.2)	11 (%28.9)	7 (%16.3)	0.17
BMI (kg/m²)	26.8±4.1	27.0±4.3	26.7±4.0	0.78
Hipertansiyon n (%)	35 (%43.2)	16 (%42.1)	19 (%44.2)	0.85
Tip-2 DM n (%)	21 (%25.9)	13 (%34.2)	8 (%18.6)	0.11
Hiperlipidemi n (%)	28 (%34.6)	16 (%42.1)	12 (%27.9)	0.18
KOAH n (%)	15 (%18.5)	8 (%21.1)	7 (%16.3)	0.58
KBY n (%)	2 (%2.5)	2 (%5.3)	0 (%0)	0.22
Sigara n (%)	55 (%67.9)	25 (%65.8)	30 (%69.8)	0.70
AF n (%)	3 (%3.7)	3 (%7.9)	0 (%0)	0.10

P değeri sağ prekordiyal derivasyonlarda ST elevasyonu olan ve olmayan grup arasındaki anlamlılığı göstermektedir; n: hasta sayısı, veriler mean±SD veya n (%) olarak belirtilmiştir. BMI: Vücut kitle indeksi; Tip-2 DM: Tip 2 Diabetes mellitus; KOAH: Kronik obstruktif akciğer hastalığı; KBY: Kronik böbrek yetersizliği; AF: atriyal fibrilasyon.

Grup 1 ve grup 2' nin acil servise geliş laboratuvar sonuçları, iki boyutlu ekokardiyografi, doku Doppler, renkli Doppler ve speckle tracking bulguları sırasıyla (Tablo 2), (Tablo 3), (Tablo 4)' te karşılaştırıldı.

Tablo 2- EKG' de sağ derivasyonlarda 1mm' den fazla ST elevasyonu olan ve olmayan grupların acil servise geliş laboratuvar bulgularının karşılaştırılması.

	Sağ EKG' de ST elevasyonu olan hastalar (n: 38)	Sağ EKG' de ST elevasyonu olmayan hastalar (n: 43)	p değeri
Pro-BNP (pg/ml)	1688.2 (3600.5)	316.6 (763.0)	<0.001
Trop T-hs (ng/ml)	4073.0 (5569.8)	2137.0 (3359.0)	0.01
CK-MB (ng/ml)	140.3±114.4	131.0±102.4	0.70
BUN (mg/dl)	26.8±21.0	18.0±8.7	0.02
Kreatinin (mg/dl)	1.4±1.0	1.2±1.4	0.54
AKŞ (mg/dl)	185.5±89.8	125.3±47.5	0.001
Kolesterol (mg/dl)	176.8±45.2	173.1±54.8	0.76
Trigliserit (mg/dl)	133.3±67.1	138.7±86.3	0.78
LDL (mg/dl)	109.6±41.7	105.2±43.7	0.67
HDL (mg/dl)	39.2±9.6	37.7±8.5	0.51
Hemoglobin (mg/dl)	12.6±2.2	13.4±1.7	0.06

n: hasta sayısı, veriler mean±SD veya median (interquartile range) olarak belirtilmiştir. Pro-BNP: pro b-tipi natriüretik peptid; Trop T-hs: hassas troponinT; CK-MB: Kreatin Kinaz-MB; BUN : kan üre nitrojen; CRP: C-reaktif protein; AKŞ: açlık kan şekeri; LDL: düşük yoğunluklu lipoprotein; HDL: yüksek yoğunluklu lipoprotein.

Tablo 3: EKG' de sağ derivasyonlarda 1mm' den fazla ST elevasyonu olan ve olmayan grupların iki boyutlu ekokardiyografi, doku ve renkli Doppler bulgularının karşılaştırılması.

	Sağ EKG' de ST elevasyonu olan hastalar (n: 38)	Sağ EKG' de ST elevasyonu olmayan hastalar (n: 43)	p değeri
LVEDd (mm)	45.7±4.0	46.9±4.2	0.19
LVESd (mm)	32.9±4.1	30.9±4.7	0.04
LA d (mm)	34.8±4.7	33.9±4.4	0.35
RVEDd (mm)	26.1±4.0	28.9±4.5	0.004
RA alanı (mm²)	13.7±2.3	15.0±2.6	0.021
TAPSE (mm)	12.7±2.9	17.9±3.3	<0.001
MPI	0.90±0.14	0.70±0.11	<0.001
RV-S (cm/sn)	9.4±1.7	12.3±2.3	<0.001
E/é	9.6±2.9	8.5±2.6	0.99

P değeri sağ prekordiyal derivasyonlarda ST elevasyonu olan ve olmayan grup arasındaki anlamlılığı göstermektedir. n: hasta sayısı, veriler mean±SD olarak belirtilmiştir. LVEDd: LV end-diyastolik çap; LVESd: LV end-sistolik çap; RVEDd: RV end-diyastolik apikal 4 boşluk bazal segment çapı; RA alanı: sağ atrium end sistol sonu alanı; d: çap; TAPSE: triküspit kapak anüler peak mesafesi; MPI: miyokardiyal performans indeksi; RV-S: RV doku Doppler sistolik hareket dalgası; E: mitral renkli Doppler erken boşalma dalgası; é: mitral doku Doppler erken boşalma dalgası.

Grup 1' deki hastaların acil servise geliş laboratuvar sonuçlarında Pro-BNP [1688.2 (3600.5) pg/ml vs. 316.6 (763.0) pg/ml p<0.001], BUN (26.8±21.0 mg/dl vs. 18.0±8.7 mg/dl p=0.02), açlık kan şekeri (185.5±89.8 mg/dl vs. 125.3±47.5mg/dl p=0.001), Trop T-hs [4073.0 (5569.8) ng/ml vs. 2137.0 (3359.0) ng/ml p=0.01] değerleri grup 2' deki hastalara göre anlamlı düzeyde yüksek saptandı.

Grup 1' in iki boyutlu ekokardiyografi doku ve renkli Doppler incelemelerinde TAPSE (12.7±2.9 mm vs. 17.9±3.3 mm p<0.001) ve RV-S (9.4±1.7

cm/sn vs. 12.3 ± 2.3 cm/sn $p < 0.001$) değerleri grup 2' ye göre düşük, MPI değeri ise (0.9 ± 0.14 vs. 0.7 ± 0.11 $p < 0.001$) ise yüksek olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4: EKG' de sağ derivasyonlarda Imm' den fazla ST elevasyonu olan ve olmayan grupların speckle tracking bulgularının karşılaştırılması.

	Sağ EKG' de ST elevasyonu olan hastalar (n: 38)	Sağ EKG' de ST elevasyonu olmayan hastalar (n: 43)	p değeri
LV-GLS (-%)	14.3±1.9	16.6±3.0	<0.001
LV Sirkum. S (-%)	15.4±3.6	18.3±4.9	0.004
LV Radyal S (-%)	29.0±6.3	36.2±8.1	<0,001
RV-GLS (-%)	13.8±3.4	17.1±4.3	<0.001
LA Rezervuar F (-%)	31.6±9.6	38.9±9.9	0.001
LA Konduit F (-%)	15.1±6.5	19.9±6.8	0.002
RA Rezervuar F (-%)	35.9±12.4	38.8±9.8	0.24
RA Konduit F (-%)	16.6±5.9	20.1±6.5	0.013
RV Bazal LS (-%)	19.3±5.8	21.1±5.8	0.17

p değeri sağ prekordiyal derivasyonlarda ST elevasyonu olan ve olmayan grup arasındaki anlamlılığı göstermektedir. LV-GLS: LV global longitudinal strain; LV sirkum. S: LV sirküferansiyel strain; RV-GLS: RV global longitudinal strain; LA: sol atriyum; RA: sağ atriyum; RV Bazal LS: RV bazal segment longitudinal strain; F: fonksiyonu.

Grup 1' deki hastaların speckle tracking bulgularında LV global longitudinal strain ($-\%14.3 \pm 1.9$ vs. $-\%16.6 \pm 3.0$ $p < 0.001$), LV sirküferansiyel strain ($-\%15.4 \pm 3.6$ vs. $-\%18.3 \pm 4.9$ $p = 0.04$), LV radyal strain ($-\%29.0 \pm 6.3$ vs. $-\%36.2 \pm 8.1$ $p < 0.001$), RV global longitudinal strain ($-\%13.8 \pm 3.4$ vs. $-\%17.1 \pm 4.3$ $p < 0.001$), LA rezervuar fonksiyonu ($-\%31.6 \pm 9.6$ vs. $-\%38.9 \pm 9.9$ $p = 0.001$), LA konduit fonksiyonu

(-%15.1±6.5 vs. -%19.9±6.8 p=0.002) ve RA konduit fonksiyonu (-%16.6±5.9 vs. 20.1±6.5 p=0.013) grup 2' ye düşük tespit edildi.

Çalışmaya aldığımız tüm inferior MI hasta grubunu, klinik olarak RV MI bulguları olup olmamasına göre iki gruba ayırdık. 29 hastada(%35.8) klinik olarak RV MI bulguları varken 52(%64.1) hastada yoktu. Klinik olarak RV MI bulguları olan hastaların yaş ortalaması 63.4±13.6 yıl olup, 9 tanesi kadındı. Klinik olarak RV MI bulgusu olmayan hastaların yaş ortalaması 59.3±12.2 yıl olup, 9 tanesi kadındı. 2 grup arasında yaş ve cinsiyet bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir (sırasıyla p=0.17 ve p=0.15). Her iki grubun acil servise geliş laboratuvar sonuçları, iki boyutlu ekokardiyografi, doku Doppler ve renkli Doppler, speckle tracking bulguları sırasıyla (Tablo 5), (Tablo 6), (Tablo7)' de karşılaştırılmıştır.

Klinik RV MI bulguları olan hastaların acil servise geliş laboratuvar sonuçlarında Pro-BNP (4347.8±6737.3 pg/ml vs. 1649.1±5029.0 pg/ml p<0.001), açlık kan şekeri (186.3±91.4 mg/dl vs. 133.7±58.1 mg/dl p=0.005) ve BUN (26.3±19.2 mg/dl vs. 19.8±13.9 p=0.04) değerleri klinik RV MI bulguları olmayan gruba göre yüksek tespit edilmiştir.

Klinik RV MI bulguları olan hastaların iki boyutlu ekokardiyografik, doku ve renkli Doppler incelemelerinde TAPSE (12.8±3.6 mm vs. 16.9±3.6 mm p<0.001) ve RV-S (9.0±1.5 cm/sn vs. 12.0±2.3 cm/sn p<0.001) parametreleri klinik RV MI bulguları olmayan gruba göre düşük, MPI (0.91±0.2 vs. 0.72±0.1 p<0.001) ise yüksek olarak tespit edilmiştir.

Klinik RV MI bulguları olan hastaların speckle tracking incelemelerinde LV global longitudinal strain (-%14.2±1.9 vs. -%16.2±3.0 p<0.001), LV sirkumferansiyal strain (-%15.2±3.3 vs. -%17.9±4.9 p=0.004), LV radyal strain (-%29.1±6.6 vs. -%34.9±8.2 p=0.002), RV global longitudinal strain (-%13.4±2.7 vs. -%16.8±4.5 p<0.001) ve LA konduit fonksiyonu (-%15.1±7.0 vs. -%19.1±6.7 p=0.013) klinik RV MI bulguları olmayan gruba göre düşük tespit edilmiştir.

Tablo 5: Acil Servise gelişinde Klinik olarak RV MI bulguları olan ve olmayan grupların geliş laboratuvar bulgularının karşılaştırılması.

	Klinik olarak RV MI bulguları olan hastalar (n: 29)	Klinik olarak RV MI bulguları olmayan hastalar (n: 52)	p değeri
Pro-BNP (pg/ml)	4347.8±6737.3	1649.1±5029.0	<0.001
Trop T-hs (ng/ml)	10777.5±24866.8	5306.7±13698.3	0.10
CK-MB (ng/ml)	141.4±108.0	132.0±108.3	0.67
BUN (mg/dl)	20.0 (17.0)	17.0 (9.8)	0.04
Kreatinin (mg/dl)	1.07 (0.55)	1.00 (0.23)	0.03
AKŞ (mg/dl)	150.0 (122.0)	112.0 (50.0)	0.005
Kolesterol (mg/dl)	162.9±41.3	180.2±53.5	0.30
Trigliserit (mg/dl)	131.1±61.9	138.6±84.1	0.77
LDL (mg/dl)	100.0±41.0	110.7±43.3	0.36
HDL (mg/dl)	37.7±9.2	38.7±9.0	0.51
Hemoglobin (mg/dl)	12.5±2.0	13.3±2.0	0.81

P değeri her iki grup arasındaki anlamlılığı göstermektedir. n: hasta sayısı, veriler mean±SD veya median (interquartile range) olarak belirtilmiştir. Pro-BNP: pro b-tipi natriüretik peptid; Trop T-hs: hassas troponinT; CK-MB: Kreatin Kinaz-MB; BUN : kan üre nitrojen; AKŞ: açlık kan şekeri; LDL: düşük yoğunluklu lipoprotein; HDL: yüksek yoğunluklu lipoprotein.

Tablo 6: Acil servise gelişinde klinik olarak RV MI bulguları olan ile olmayan grupların iki boyutlu ekokardiyografi, doku ve renkli Doppler bulgularının karşılaştırılması.

	Klinik olarak RV MI bulguları olan hastalar (n: 29)	Klinik olarak RV MI bulguları olmayan hastalar (n: 52)	p değeri
LVEDd (mm)	45.9±4.5	46.6±3.9	0.47
LVESd (mm)	33.5±4.5	31.0±4.3	0.01
LA d (mm)	34.4±5.5	34.3±4.0	0.87
RVEDd (mm)	28.4±4.1	26.9±4.5	0.15
RA alanı (mm²)	14.7±2.3	14.1±2.5	0.33
TAPSE (mm)	12.8±3.6	16.9±3.6	<0.001
MPI	0.91±0.15	0.72±0.12	<0.001
RV-S (cm/sn)	9.0±1.5	12.0±2.3	<0.001
E/é	9.6±3.2	8.7±2.5	0.19

p değeri iki grup arasındaki anlamlılığı göstermektedir. n: hasta sayısı, veriler mean±SD olarak belirtilmiştir. LVEDd: LV end-diyastolik çap; LVESd: LV end-sistolik çap; RVEDd: RV end-diyastolik apikal 4 boşluk bazal segment çapı; RA alanı: sağ atrium end sistol sonu alanı; d: çap; TAPSE: triküspit kapak anüler peak mesafesi; MPI: miyokardiyal performans indeksi; RV-S: RV doku Doppler sistolik hareket dalgası; E: mitral renkli Doppler erken boşalma dalgası; é: mitral doku Doppler erken boşalma dalgası.

Tablo 7: Acil servise gelişinde klinik olarak RV MI bulguları olan ve olmayan grupların speckle tracking bulgularının karşılaştırılması.

	Klinik olarak RV MI bulguları olan hastalar (n: 29)	Klinik olarak RV MI bulguları olmayan hastalar (n: 52)	p değeri
LV-GLS (-%)	14.2±1.9	16.2±3.0	<0.001
LV Sirkum. S (-%)	15.2±3.3	17.9±4.9	0.004
LV Radyal S (-%)	29.1±6.6	34.9±8.2	0.002
RV-GLS (-%)	13.4±2.7	16.8±4.5	<0.001
LA Rezervuar F (-%)	33.4±11.5	36.7±9.6	0.171
LA Konduit F (-%)	15.1±7.0	19.1±6.7	0.013
RA Rezervuar F (-%)	37.0±11.8	37.7±10.8	0.774
RA Konduit F (-%)	17.5±6.3	19.0±6.5	0.317
RV Bazal LS (-%)	20.0±6.3	20.5±5.6	0.716

p değeri her iki grup arasındaki anlamlılığı göstermektedir. n: hasta sayısı, veriler mean±SD olarak belirtilmiştir. LV-GLS: LV global longitudinal strain; LV sirkum. S: LV sirküferansiyel strain; RV-GLS: RV global longitudinal strain; LA: sol atriyum; RA: sağ atriyum; RV Bazal LS: RV bazal segment longitudinal strain; F: fonksiyonu.

İnferior MI tanısı ile çalışmaya alınan hastaların 9' unda hastane içi kardiyovasküler mortalite gelişmiştir. Ölen hastaların 8 (%88.9)' inde başvuru sırasında sağ prekordiyal derivasyonlarda 1mm' den fazla ST elevasyonu mevcut olup, bu 8 hastada klinik olarak RV MI bulguları da eşlik etmekteydi (Tablo 8).

Tablo 8: Sağ prekordiyal derivasyonlarda ST elevasyonu olan hasta gruplarında hastane içi kardiyovasküler mortalite ve klinik RVMI bulgularının karşılaştırılması.

	Sağ EKG' de ST elevasyonu olan hastalar (n: 38)	Sağ EKG' de ST elevasyonu olmayan hastalar (n: 43)	p değeri
Klinik olarak RV MI bulguları olan hastalar	26	3	<0.001
Hastane içi kardiyovasküler mortalitesi olan hastalar	8	1	0.011

Hastane içi kardiyovasküler sebeple ölen hastaların yaş ortalaması daha yüksek olup kadın cinsiyet sıklığı daha fazlaydı (76.3±5.9 yıl' a karşılık 58.7±12.1 yıl p<0.001, %55.6' ya karşılık %18.1 p=0.023). Hastane içi kardiyovasküler sebep ile ölen ve sağ olan hastaların acil servise geliş laboratuvar sonuçları, iki boyutlu ekokardiyografi, doku Doppler, renkli Doppler ve speckle tracking bulguları (Tablo 9), (Tablo 10), (Tablo 11)' de sırasıyla karşılaştırılmıştır.

Hastane içi kardiyovasküler sebeple ölen hastaların Pro-BNP (9342.8±9991.7 pg/ml vs. 1774.3±4502.7 pg/ml p<0.001), Trop T-hs (17852.5±30906.4 ng/ml vs. 5942.0±16213.6 ng/ml p<0.001), CK-MB (229.7±98.9 pg/ml vs. 123.5±103.4 pg/ml p=0.005) , BUN (41.3±28.1 mg/dl vs. 18.7±9.6 mg/dl p=0.002)ve kreatinin(1.6±0.6 mg/dl vs. 1.3±3 mg/dl p=0.003) değerleri yüksek olarak, hemoglobin (11.3±1.5 mg/dl vs. 13.2±2.0 mg/dl p=0.004) değeri ise sağ olan hasta grubuna göre düşük olarak tespit edildi.

Hastane içi kardiyovasküler sebeple ölen hastaların iki boyutlu ekokardiyografik, doku ve renkli Doppler incelemede; TAPSE (11.4±4.0 mm vs. 16.0±4.0 mm p=0.001) ve RV-S (8.6±1.0 cm/sn vs. 11.2±2.5 cm/sn p=0.001) değerleri sağ olan hasta grubuna göre düşük olarak tespit edildi.

Tablo 9: Hastane içi kardiyovasküler sebeple ölen hastaların acil servise geliş laboratuvar bulgularının karşılaştırılması.

	Hastane içi kardiyovasküler sebeple ölen hastalar (n: 9)	Sağ olan hastalar (n: 72)	p değeri
Pro-BNP (pg/ml)	5418 (6111.5)	495.1 (1192.2)	<0.001
Trop T-hs (ng/ml)	9025.0 (4412.5)	2555.0 (3454.5)	<0.001
CK-MB (ng/ml)	300.0 (167.9)	92.2 (187.8)	0.005
BUN (mg/dl)	35.0 (27.0)	17.0 (9.0)	0.002
Kreatinin (mg/dl)	1.4 (0.99)	0.97 (0.22)	0.003
AKŞ (mg/dl)	152.0 (70.0)	118.5 (75.8)	0.195
Kolesterol (mg/d)	177.6±43.7	174.6±51.1	0.79
Trigliserit (mg/dl)	142.6±56.1	135.7±79.2	0.45
LDL (mg/dl)	104.0±49.4	107.5±42.3	0.70
HDL (mg/dl)	45.0±12.2	37.9±8.6	0.24
Hemoglobin (mg/dl)	11.3±1.5	13.2±2.0	0.004

p değeri her iki grup arasındaki anlamlılığı göstermektedir. n: hasta sayısı, veriler mean±SD veya median (interquartile range) olarak belirtilmiştir. Pro-BNP: pro b-tipi natriüretik peptid; Trop T-hs: hassas troponinT; CK-MB: Kreatin Kinaz-MB; BUN : kan üre nitrojen; AKŞ: açlık kan şekeri; LDL: düşük yoğunluklu lipoprotein; HDL: yüksek yoğunluklu lipoprotein.

Tablo 10: Hastane içi kardiyovasküler sebeple ölen hastaların iki boyutlu ekokardiyografi, doku ve renkli Doppler bulgularının karşılaştırılması.

	Hastane içi kardiyovasküler sebeple ölen hastalar (n: 9)	Sağ olan hastalar (n: 72)	p değeri
LVEDd (mm)	47.4±5.4	46.2±3.9	0.40
LVESd (mm)	35.9±4.1	38.7±5.3	0.004
LA d (mm)	38.7±5.3	33.8±4.1	0.02
RVEDd (mm)	28.7±4.2	27.2±4.4	0.34
RA alanı (mm²)	15.7±1.9	14.2±2.5	0.08
TAPSE (mm)	11.4±4.0	16.0±4.0	0.001
MPI	1.00±0.21	0.77±0.13	0.001
RV-S (cm/sn)	8.6±1.0	11.2±2.5	0.001
E/é	10.5±4.5	8.9±2.5	0.45

p değeri her iki grup arasındaki anlamlılığı göstermektedir. n: hasta sayısı, veriler mean±SD olarak belirtilmiştir. TAPSE: triküspit kapak anüler peak mesafesi; MPI: miyokardiyal performans indeksi; IVRT: izovolemik relaksasyon zamanı; RV-S: RV doku Doppler sistolik hareket dalgası; E: mitral renkli Doppler erken boşalma dalgası; A: mitral renkli Doppler atriyal kontraksiyon dalgası; é: mitral doku Doppler erken boşalma dalgası; DZ: deselerasyon zamanı.

Hastane içi kardiyovasküler sebeple ölen hastaların speckle tracking incelemelerinde LV global longitudinal strain (-%12.6±1.3 vs. -%15.9±2.7 p<0.001), RV global longitudinal strain (-%11.9±3.1 vs. -%16.0±4.1 p=0.002) değerleri sağ olan hasta grubuna göre düşük tespit edildi.

Tablo 11: Hastane içi kardiyovasküler sebeple ölen hastaların speckle tracking bulgularının karşılaştırılması.

	Hastane içi kardiyovasküler sebeple ölen hastalar (n: 9)	Sağ olan hastalar (n: 72)	p değeri
LV-GLS (-%)	12.6±1.3	15.9±2.7	<0.001
LV Sirkum. S (-%)	15.1±4.4	17.1±4.6	0.31
LV Radyal S (-%)	27.8±6.8	33.5±8.1	0.037
RV-GLS (-%)	11.9±3.1	16.0±4.1	0.002
LA Rezervuar F (-%)	32.6±14.5	35.9±9.8	0.12
LA Konduit F (-%)	15.6±10.9	17.9±6.5	0.09
RA Rezervuar F (-%)	31.2±8.1	38.2±11.2	0.09
RA Konduit F (-%)	14.8±5.8	18.9±6.4	0.08
RV Bazal LS (-%)	16.9±3.5	20.7±5.9	0.06

p değeri her iki grup arasındaki anlamlılığı göstermektedir. n: hasta sayısı, veriler mean±SD olarak belirtilmiştir. LV-GLS: LV global longitudinal strain; LV sirkum. S: LV sirküferansiyel strain; RV-GLS: RV global longitudinal strain; LA: sol atriyum; RA: sağ atriyum; RV Bazal LS: RV bazal segment longitudinal strain; F: fonksiyonu.

Çalışmaya dahil edilen hastaların taburculuklarından altı ay sonra yapılan ekokardiyografik inceleme sonuçları (Tablo 12)' de gösterilmektedir.

Hastaların bazal ve altıncı aydaki konvensiyonel ve speckle tracking görüntüleme bulguları karşılaştırıldığında tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı düzelme saptandı.

Tablo 12: Çalışmaya katılan hastaların bazal ve 6. aydaki speckle tracking bulguları.

	Bazal speckle tracking bulguları (n: 72)	6 ay sonraki speckle tracking bulguları (n: 72)	p değeri
TAPSE (mm)	15.9±3.8	20.5±3.8	<0.001
MPI	0.77±0.14	0.65±0.14	<0.001
RV-S (cm/sn)	11.2±2.5	12.8±2.7	<0.001
E/é	9.0±2.8	8.4±2.5	0.04
LV-GLS (-%)	15.8±2.7	18.2±3.0	<0.001
LV Sirkum. S (-%)	17.2±4.5	21.9±4.8	<0.001
LV Radyal S (-%)	33.4±8.0	40.7±7.6	<0.001
RV-GLS (-%)	16.0±4.2	20.2±4.6	<0.001
LA Rezervuar F (-%)	35.7±9,8	40.6±9.9	<0.001
LA Konduit F (-%)	17.8±6.5	22.4±7.9	<0.001
RA Rezervuar F (-%)	38.3±11.2	41.7±11.5	0.012
RA Konduit F (-%)	18.8±6.4	22.4±6.7	<0.001
RV Bazal LS (-%)	20.7±5.9	25.2±7.3	<0.001

p değeri her iki grup arasındaki anlamlılığı göstermektedir. n: hasta sayısı, veriler mean±SD olarak belirtilmiştir. LV-GLS: LV global longitudinal strain; LV sirkum. S: LV sirküferansiyal strain; RV-GLS: RV global longitudinal strain; LA: sol atriyum; RA: sağ atriyum; RV bazal segment longitudinal strain; F: fonksiyonu; TAPSE: triküspit kapak anüler peak mesafesi; MPI: miyokardiyal performans indeksi; RV-S: RV doku Doppler sistolik hareket dalgası; E: mitral renkli Doppler erken boşalma dalgası; é: mitral doku Doppler erken boşalma dalgası; DZ: deselerasyon zamanı.

Acil servise başvuruda klinik RV MI bulguları olan hastaların bazal ve 6. aydaki iki boyutlu ekokardiyografik ve speckle tracking incelemeleri (Tablo 13)' de karşılaştırılmıştır.

Tablo 13: Acil servise başvuruda klinik RV MI bulguları olan hastaların 6 ay sonraki speckle tracking ve iki boyutlu ekokardiyografik incelemeleri.

	Geliş bulguları (n: 29)	6 ay sonraki bulguları (n: 29)	p değeri
TAPSE (mm)	13.1±3.2	19.4±3.4	<0,001
MPI	0.89±0.11	0.69±0.09	<0,001
RV-S (cm/sn)	9.0±1.6	11.0±2.5	<0,001
E/é	9.5±3.1	8.7±2.5	0.25
LV-GLS (-%)	14.7±1.8	17.7±2.4	<0,001
LV Sirkum. S (-%)	15.5±2.8	22.5±5.3	<0,001
LV Radyal S (-%)	29.6±6.3	38.6±7.2	<0,001
RV-GLS (-%)	13.8±2.3	19.0±4.1	<0,001
LA Rezervuar F (-%)	33.0±10.1	37.8±10.2	0,08
LA Konduit F (-%)	14.7±4.7	18.2±6.0	0,006
RA Rezervuar F (-%)	39.2±12.4	40.9±10.2	0.51
RA Konduit F (-%)	18.1±6.4	21.8±6.3	0.09
RV Bazal LS (-%)	21.0±6.7	25.6±7.9	0.02

p değeri her iki grup arasındaki anlamlılığı göstermektedir. n: hasta sayısı, veriler mean±SD olarak belirtilmiştir. LV-GLS: LV global longitudinal strain; LV sirkum. S: LV sirküferansiyel strain; RV-GLS: RV global longitudinal strain; LA: sol atriyum; RA: sağ atriyum; RV bazal segment longitudinal strain; F: fonksiyonu; TAPSE: triküspit kapak anüler peak mesafesi;

MPI: miyokardiyal performans indeksi; RV-S: RV doku Doppler sistolik hareket dalgası; E: mitral renkli Doppler erken boşalma dalgası; é: mitral doku Doppler erken boşalma dalgası.

Acil servise başvuru sırasında sağ prekordiyal derivasyonlarında 1mm' den fazla ST elevasyonu olan hastaların bazal ve 6. aydaki iki boyutlu ekokardiyografik ve speckle tracking incelemeleri (Tablo 14)' de karşılaştırılmıştır.

Tablo 14: Acil servise başvuru sırasında sağ EKG derivasyonlarında 1mm' den fazla ST elevasyonu olan hastaların bazal ve 6. aydaki iki boyutlu ekokardiyografik ve speckle tracking incelemeleri.

	Bazal bulguları (n:38)	6 ay sonraki bulguları (n:38)	p değeri
TAPSE (mm)	13.3±3.0	19.4±3.5	<0.001
MPI	0.86±0.13	0.69±0.11	<0.001
RV-S (cm/sn)	9.6±1.8	11.5±2.4	<0.001
E/é	9.5±2.7	8.9±2.6	0.29
LV-GLS (-%)	14.7±1.8	17.6±2.4	<0.001
LV Sirkum. S (-%)	15.7±3.4	22.4±5.3	<0.001
LV Radyal S (-%)	29.7±6.3	39.3±7.4	<0.001
RV-GLS (-%)	14.4±3.3	18.9±3.8	<0.001
LA Rezervuar F (-%)	31.7±8.4	39.0±9.1	<0.001
LA Konduit F (-%)	15.0±4.6	20.2±6.4	<0.001
RA Rezervuar F (-%)	37.5±13.0	41.2±10.9	0.09
RA Konduit F (-%)	17.1±5.8	22.0±7.4	0.009
RV Bazal LS (-%)	20.2±6.0	24.7±7.5	0.002

p değeri her iki grup arasındaki anlamlılığı göstermektedir. n: hasta sayısı, veriler mean±SD olarak belirtilmiştir. LV-GLS: LV global longitudinal strain; LV sirkum. S: LV sirküferansiyal

strain; RV-GLS: RV global longitudinal strain; LA: sol atriyum; RA: sağ atriyum; RV bazal segment longitudinal strain; F: fonksiyonu; TAPSE: triküspit kapak anüler peak mesafesi; MPI: miyokardiyal performans indeksi; RV-S: RV doku Doppler sistolik hareket dalgası; E: mitral renkli Doppler erken boşalma dalgası; é: mitral doku Doppler erken boşalma dalgası.

Univariate analizine göre; TAPSE, RV-S, MPI, RV global longitudinal strain, LV global longitudinal strain ve LA konduit fonksiyonu klinik sağ ile ilişkili saptandı (Tablo 15).

Klinik sağ varlığının bağımsız prediktörlerini tayin etmek için multivariate analiz modelleri oluşturuldu. Bu modellere göre; RV global longitudinal strain'nin, LV global longitudinal strain' nin, RV-S' nin yaş, kadın cinsiyet ve Pro-BNP' den bağımsız olarak klinik RV MI bulgularının varlığı ile ilişkili olduğu görüldü. (Tablo 16), (Tablo 17), (Tablo 18). Yapılan ROC analizine göre RV global longitudinal strain' nin -%14 veya altında olmasının klinik sağ varlığını %69 sensitivite ve %71.2 spesifisite ile öngördüğü saptandı (Şekil 9). Benzer olarak LV global longitudinal strain' nin de -%15 veya altında olmasının klinik sağ varlığını %82.8 sensitivite ve %63.5 spesifisite ile öngördüğü saptandı (Şekil 10). RVS' nin ise 10.30cm/s veya altında olmasının klinik sağ varlığını %89.7 sensitivite ve %76.9 spesifisite ile öngördüğü saptandı (Şekil 11).

Tablo 15: Univariate analize göre, inferior MI' in akut evresinde hastalarda klinik olarak RV MI bulguları varlığı ile ilişkili parametreler.

	p değeri	Odds ratio	%95 CI
Kadın cinsiyet	0.159	2.15	0.74-6.24
Yaş (yıl)	0.169	1.03	0.99-1.06
TAPSE (mm)	<0.001	0.71	0.60-0.84
RV-S (cm/sn)	<0.001	0.41	0.26-0.61
MPI	<0.001	1.11	1.06-1.17
RV Global LS (-%)	0.001	0.73	0.60-0.88
LV Global L Strain (-%)	0.003	0.72	0.58-0.89
LA kondüit F. (-%)	0.017	0.90	0.83-0.98
Pro-BNP (pg/ml)	0.109	1.01	0.98-1.02
Trop T-hs (ng/ml)	0.237	1.02	0.98-1.04

LV-GLS: LV global longitudinal strain; LV sirkum. S: LV sirküferansiyel strain; RV-GLS: RV global longitudinal strain; LA: sol atriyum; RA: sağ atriyum; RV bazal segment longitudinal strain; F: fonksiyonu; TAPSE: triküspit kapak anüler peak mesafesi; MPI: miyokardiyal performans indeksi; RV-S: RV doku Doppler sistolik hareket dalgası; E: mitral renkli Doppler erken boşalma dalgası; A: mitral renkli Doppler atrial kontraksiyon dalgası; é: mitral doku Doppler erken boşalma dalgası. Pro-BNP: pro b-tipi natriüretik peptid; Trop T-hs: hassas troponinT

Tablo 16: Multivarite analizde RV global longitudinal strain klinik RV MI' in bağımsız prediktörüdür.

	p değeri	Odds ratio	%95 CI
Yaş (yıl)	0.984	1.01	0.96-1.05
Kadın cinsiyet	0.669	1.31	0.38-4.55
RV Global L Strain (-%)	0.003	0.74	0.61-0.90
Pro-BNP (pg/ml)	0.320	1.01	0.99-1.02

RV Global L Strain: sağ ventrikül global longitudinal strain; Pro-BNP: pro b-tipi natriüretik peptid

Tablo 17: Multivarite analizde LV global longitudinal strain klinik RV MI' in bağımsız prediktörüdür.

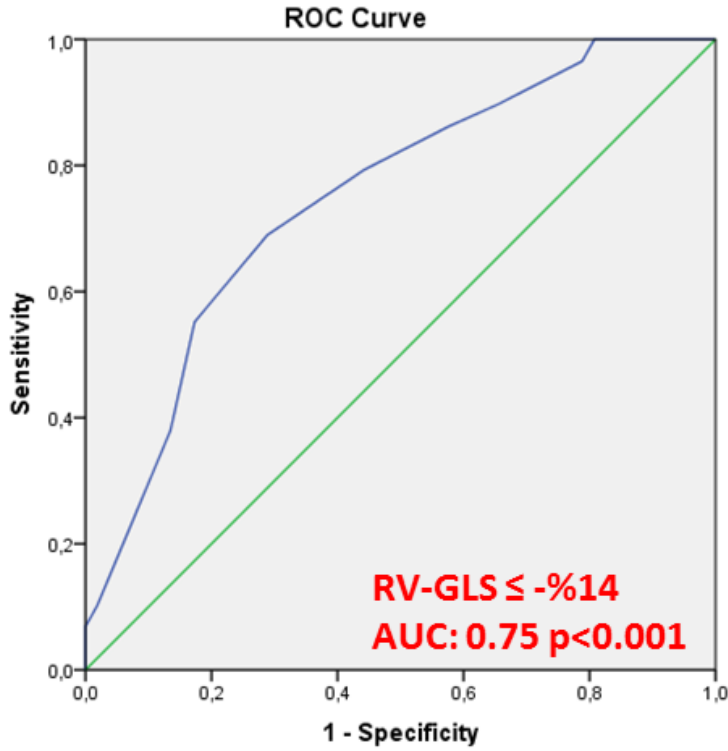
	p değeri	Odds ratio	%95 CI
Yaş (yıl)	0.830	0.99	0.95-1.04
Kadın cinsiyet	0.647	1.33	0.40-4.45
LV Global L Strain (-%)	0.012	0.74	0.59-0.94
Pro-BNP (pg/ml)	0.279	1.01	0.99-1.02

LV Global L Strain: sol ventrikül global longitudinal strain; Pro-BNP: pro b-tipi natriüretik peptid.

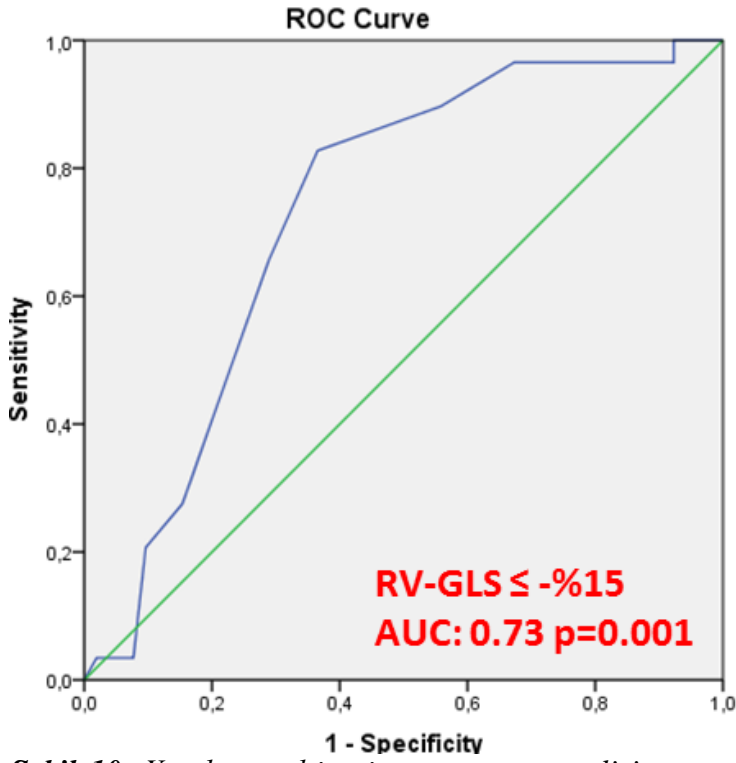
Tablo 18: Multivarite analizde RVS klinik RV MI' in bağımsız prediktörüdür.

	p değeri	Odds ratio	%95 CI
Yaş (yıl)	0.485	0.98	0.93-1.04
Kadın cinsiyet	0.489	1.69	0.37-7.75
RV-S (cm/sn)	<0.001	0.40	0.26-0.61
Pro-BNP (pg/ml)	0.089	1.01	0.99-1.02

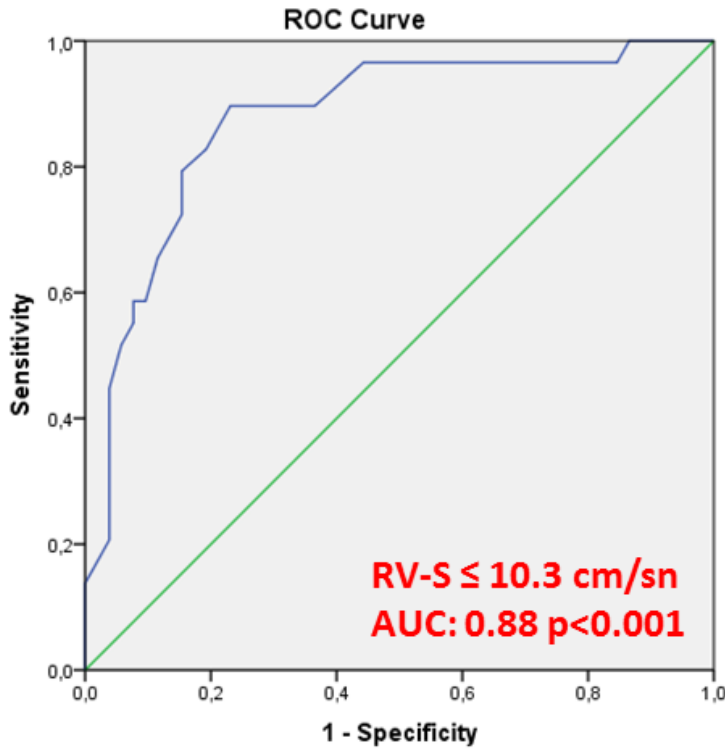
RV-S: RV doku Doppler sistolik hareket dalgası ; Pro-BNP: pro b-tipi natriüretik peptid



Şekil 9: Yapılan multivarite regresyon analizi sonucunda RV global longitudinal strain parametresinin klinik RV MI' yı belirlemedeki ROC analizi.



Şekil 10: Yapılan multivariate regresyon analizi sonucunda LV global longitudinal strain parametresinin klinik RV MI'yi belirlemedeki ROC analizi.



Şekil 11: Yapılan multivariate regresyon analizi sonucunda RV-S parametresinin klinik RV MI'yi belirlemedeki ROC analizi.

Univarite analizinde; yaş, cinsiyet, TAPSE, RV-S, ,MPI ,RV global longitudinal strain, LV global longitudinal strain, LV radyal strain, Pro-BNP parametrelerinin hastane içi kardiyovasküler mortalite ile ilişkili olduğu saptandı (Tablo 19).

Tablo 19: Hastane içi kardiyovasküler mortalitenin prediktörünü değerlendirme için yapılan univarite logistik regresyon analizi.

	p değeri	Odds ratio	%95 CI
Kadın cinsiyet	0.019	5.67	01.34-24.08
Yaş	0.002	1.14	1.05-1.23
TAPSE	0.004	0.68	0.52-0.88
RV-S	0.01	0.47	0.27-0.84
MPI	0.001	1.11	1.05-1.19
RV Global LS	0.004	0.60	0.42-0.85
LV Global L Strain	0.002	0.50	0.32-0.78
LV Radyal Strain	0.05	0.90	0.80-1.00
Pro-BNP	0.028	1.01	1.00-1.02
CK-MB	0.012	1.01	1.01-1.02
BUN	0.007	1.06	1.02-1.10

p değeri her iki grup arasındaki anlamlılığı göstermektedir. n: hasta sayısı, veriler mean±SD olarak belirtilmiştir. LV-GLS: LV global longitudinal strain; LV sirkum. S: LV sirküferansiyel strain; RV-GLS: RV global longitudinal strain; LA: sol atriyum; RA: sağ atriyum; RV bazal segment longitudinal strain; F: fonksiyonu; TAPSE: triküspit kapak anüler peak mesafesi; MPI: miyokardiyal performans indeksi; IVRT: izovolemik relaksasyon zamanı; RV-S: RV doku Doppler sistolik hareket dalgası; E: mitral renkli Doppler erken boşalma dalgası; é: mitral doku Doppler erken boşalma dalgası.

Hastane içi kardiyovasküler mortalitenin bağımsız prediktörlerini tayin etmek için multivarite analiz modelleri oluşturuldu. Bu modellere göre, hem RV global longitudinal strain' nin hemde LV global longitudinal strain' nin yaş ve cinsiyetten bağımsız olarak kardiyovasküler mortalite ile ilişkili olduğu görüldü. (Tablo 20), (Tablo 21). Yapılan ROC analizine göre RV global longitudinal strain' nin -%14 veya altında olmasının kardiyovasküler mortaliteyi %89 sensitivite ve %62.5 spesifisite ile öngördüğü saptandı (Şekili 12). Benzer olarak LV global longitudinal

strain' nin de -%13 veya altında olmasının %66.7 sensitivite ve %86.1 spesifisite ile öngördüğü saptandı (Şekil 13).

Tablo 20: Hastane içi kardiyovasküler mortalitenin bağımsız prediktörünü belirlemek için yapılan multivarite lojistik regresyon analizi.

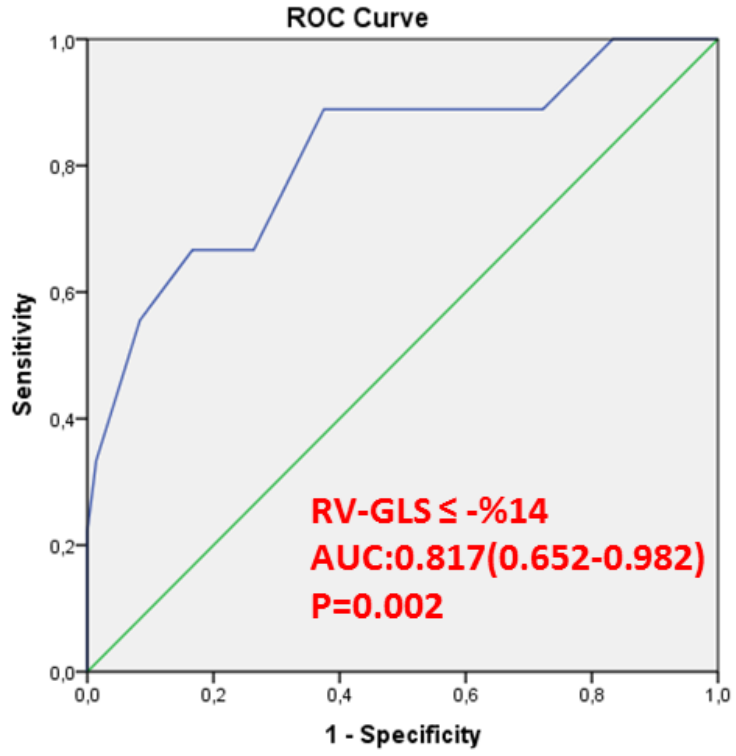
	p değeri	Odds ratio	%95 CI
Yaş	0.023	1.132	1.018-1.260
Cinsiyet	0.73	0.699	0.090-5.443
RV Global LS (-%)	0.026	0.583	0.363-0.936
Pro-BNP	0.1	1.009	0.998-1.019

RV Global LS: RV global longitudinal strain; Pro-BNP: pro b-tipi natriüretik peptid

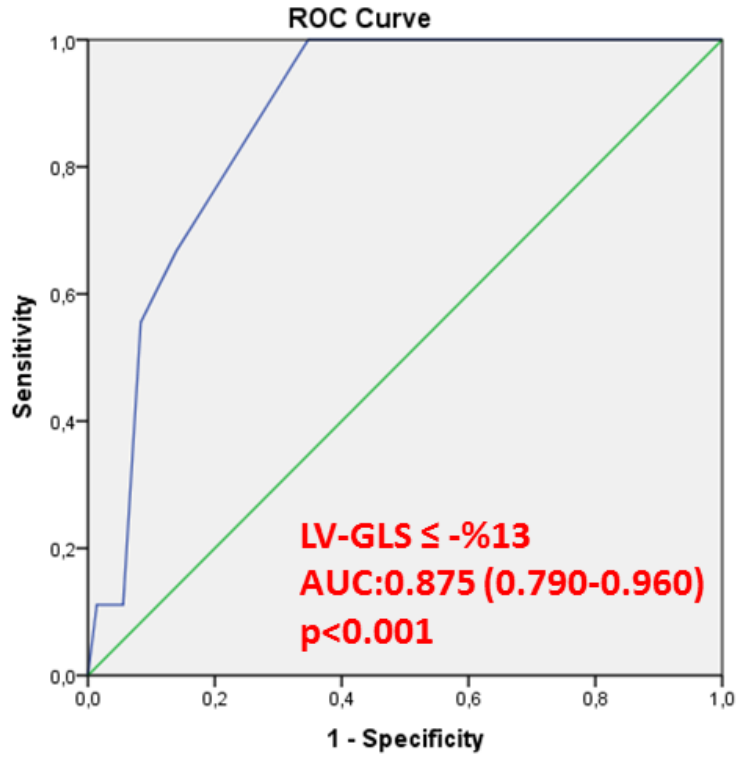
Tablo 21: Hastane içi kardiyovasküler mortalitenin bağımsız prediktörünü belirlemek için yapılan multivarite lojistik regresyon analizi.

	p değeri	Odds ratio	%95 CI
Yaş	0.027	1.102	1.011-1.201
Cinsiyet	0.56	0.580	0.092-3.668
LV Global LS	0.044	0.613	0.381-0.986

LV Global LS: LV global longitudinal strain



Şekil 12: Yapılan multivarite regresyon analizi sonucunda RV global longitudinal strain parametresinin kardiyovasküler mortaliteyi belirlemedeki ROC analizi



Şekil 13: Yapılan multivarite regresyon analizi sonucunda LV global longitudinal strain parametresinin kardiyovasküler mortaliteyi belirlemedeki ROC analizi

7. TARTIŞMA:

Çalışmamızda akut inferior MI ile başvuran hastalarda primer PKG ve optimal medikal tedaviye rağmen persiste eden RV ve LV disfonksiyonun, hastane içi mortalite ve morbiditeyi predikte ettiği saptanmış olup, RV ve LV disfonksiyonunun tespitinde kullandığımız iki boyutlu ekokardiyografi ve speckle tracking incelemenin yakın takip gereken yüksek riskli hastaların saptanmasında önemli rol oynadığı gösterilmiştir. Çalışmamızda tüm hastaların RV ve LV fonksiyonlarını değerlendirmek için TAPSE ve RV-S gibi konvansiyonel ekokardiyografik parametrelerin yanı sıra speckle tracking ekokardiyografik inceleme ile global longitudinal strain değerleri incelenmiştir. Hastane içi kardiyovasküler nedenlere bağlı ölen hastaların veya klinik olarak RV tutulumu olan hastaların TAPSE, RV-S ve hem RV hem de LV global strain değerlerinde belirgin düşüklük saptanmıştır.

RV fonksiyonlarını değerlendirmede EKG, ekokardiyografi, radyonüklid ventrikülografi ve kardiyak MRI kullanılmaktadır. RV fonksiyonlarını değerlendirmede kardiyak MRI altın standart olarak kabul görmekte birlikte TAPSE ve doku Doppler incelemelerden elde edilen RV-S' nin de RV fonksiyonlarını değerlendirmede MRI ile uyumlu olduğu gösterilmiştir (73, 74, 75). Çalışmamızda primer PKG ve optimal medikal tedaviye rağmen hastane içi kardiyovasküler nedenlere bağlı ölen hastaların veya klinik olarak RV tutulumu olan hastaların iki boyutlu ekokardiyografik inceleme ve doku Doppler incelemelerinde TAPSE ve RV-S değerlerinin daha düşük olduğu; RV-S' nin 10.3 cm/sn ve altı değerlerde %89.7 sensitivite ve %76.9 spesifisite ile klinik sağ MI varlığını öngördüğü tespit edilmiştir. TAPSE ve RV-S, akut MI ile hastaneye başvuran hastalarda acil servis şartlarında hızlı ve pratik olarak uygulanabilmekte olup; yüksek görüntü kalitesi gerektirmemesi, operatör bağımlı değişkenliğin az olması ve detaylı bilgisayar yazılımı gerektiren ekokardiyografi cihazlarına gereksinim duyulmaması sebebi ile RV fonksiyonlarını değerlendirmede önemli yer tutmaktadır. Ancak TAPSE ve RV-S ile sadece triküspit lateral anulusun kasılma fonksiyonları değerlendirilmektedir (76, 77). Doku Doppler inceleme açısı bağımlı olup hem TAPSE' nin hem RV-S' nin yük bağımlı olması ve sağ atrium basıncından etkilenmesi diğer dezavantajlarıdır (78, 79).

RV sistolik fonksiyonlarını değerlendirmede açıdan bağımsız olan ve konvansiyonel ekokardiyografi parametrelerine göre çok daha hassas olan speckle tracking ekokardiyografinin MRI ile uyumlu bulgular verdiği gösterilmiştir. (80, 81). Song ve arkadaşları ST elevasyonlu inferior MI hastalarında primer PKG sonrası akut dönemde LV ve RV strain parametrelerinin sağlıklı kontrollere göre düşük olduğunu göstermişlerdir (82). Benzer olarak, Konishi ve arkadaşları da; inferior MI hastalarında primer PKG sonrası hem LV hem de RV strain değerlerini sağlıklı hastalardan oluşmuş kontrol grubu ile karşılaştırmışlar ve inferior MI grubunda, LV global longitudinal, sirkumferansiyal, radyal ve RV global longitudinal strain parametrelerinin düşük olduğunu tespit etmişlerdir (83). Ersbol ve arkadaşları ise akut MI' nın primer PKG sonrası ilk 48 saati içerisinde EF' si %40' ın üzerinde olan hastaları dahil ettikleri çalışmalarında, LV global longitudinal strain değerinin -%14 ve altında olmasının ortalama 30 aylık takip süresinde kardiyovasküler mortaliteyi ve kalp yetersizliği sebebi ile hastaneye yatışı öngördüğünü saptamışlardır (84). Çalışmamızda primer PKG ve optimal medikal tedaviye rağmen hastane içi kardiyovasküler nedenlere bağlı ölen hastaların RV ve LV strain değerlerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. ROC analizlerine göre, RV global longitudinal strain değerinin -%14 veya altında olmasının hastane içi kardiyovasküler mortaliteyi %89 sensitivite ve %62.5 spesifisite ile öngördüğü, LV global longitudinal strain değerinin de -%13 veya altında olmasının %66.7 sensitivite ve %86.1 spesifisite ile öngördüğü saptanmıştır .

Akut koroner arter tıkanması sonucunda oluşan RV serbest duvar iskemisi biventriküler performansı etkilemektedir. RV' nin sistolik fonksiyonlarının bozulması transpulmoner kan akımını azaltmakta ve dolayısıyla LV' nin ön yükünü azaltmaktadır. Sonuç olarak kardiyak outputun ve periferik organların perfüzyonunun azalmasına sebep olmaktadır (85). İskemik RV' nin daha dilate yapıda ve kompliansı azalmış durumda olması; intraperikardiyal basıncı artırarak LV kompliansına ve doluşuna olumsuz yönde etki etmektedir (86). Ayrıca, akut arter tıkanmasının RA' da da iskemiye sebep olması RA' nın tüm fazik fonksiyonlarını etkileyerek RV doluşunu azaltmakta ve klinik tabloyu daha da kötüleştirmektedir.

RV fonksiyonları bozulmuş olan hastalar klinikte karşımıza hipotansiyon, artmış jugular venöz basınç, bradikardi ve LV kaynaklı kardiyovasküler şoktan farklı olarak akciğerlerde yüklenme bulguları olmaksızın gelmektedir. Günümüzde yapılmış olan birçok klinik çalışmada RV tutulumu olan MI' ların hastane içi mortalitelerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir (87). Çalışmamızda klinik RV tutulumu olan hastalarda primer PKG sonrası hastane içi mortalitenin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu yüksek riskli hastalarda yakın klinik takip, total miyovasküler revaskülarizasyon, pozitif inotrop desteği ve sıkı sıvı-elektolit takibi yapılması gereklidir. Bu nedenle RV tutulumu olan hastaların saptanması önemlidir. Yapmış olduğumuz multivarite analizler sonucunda RV global longitudinal strain ve LV global longitudinal strain primer PKG sonrası inferior MI hastalarında klinik RV tutulumunun bağımsız prediktörleri olarak bulunmuştur. RV global longitudinal strain değerinin -14 veya altında olmasının 82.8 sensitivite ve 63.5 spesifisite ile, LV global longitudinal strain değerinde -15 veya altında olmasının 69 sensitivite ve 71.2 spesifisite ile klinik RV tutulumunu öngördüğü saptanmıştır. Çalışmamızda speckle tracking ekokardiyografi ile RV ve LV global longitudinal strainin değerlendirilmesinin klinik RV tutulumu olan hastaların tespitinde kullanılabileceği gösterilmektedir.

Longitudinal strain değerinin ejeksiyon fraksiyonu ve duvar hareketi skor indeksinden daha üstün olduğu ve global her iki ventrikülde sistolik fonksiyonunun değerlendirilmesi için optimal metot olabileceği ve rutin ekokardiyografik incelemede yer alması kanaati son yıllarda birçok yazar tarafından kabul görmüştür (88). İngul ve arkadaşları akut MI hastalarının bölgesel ve global strain parametrelerindeki düzelmeyi araştırmışlardır (89). Çalışmaya almış oldukları tüm hastaların primer PKG sonrası ikinci günden itibaren bölgesel strain parametrelerinde iyileşme izlemişlerdir. Ancak çalışmada hastaların uzun dönem global longitudinal parametreleri değerlendirilmemiştir. Çalışmamızda ise primer PKG yapılan ve optimal medikal tedavi başlanan hastalarda akut dönem strain parametreleri dışında hastaların altı ay sonraki ekokardiyografi değerleri de incelenmiştir. Altı ay sonraki değerlerde; RV global longitudinal, LV global longitudinal, LV sirkumferansiyal ve LV radyal strain parametrelerinin, LA ve RA fazik fonksiyonlarının iyileştiği tespit

edilmiştir. Ayrıca hastaların TAPSE, MPI, RV-S parametrelerinde de iyileşme saptanmıştır.

Atrial natriuretik peptid ve B-tipi natriuretik peptid kardiyak ventriküler volüm ve basınç yüklenmelerinde yükselmektedir. İnferyor MI hastalarında RV tutulumu olması her iki ventrikülde volüm ve basınç yüklenmelerine sebep olmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda hastane içi kardiyovasküler sebeple ölen hastalar, elektriksel RV veya klinik RV tutulumu olan hastalarda acil servise gelişte Pro-BNP değerlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir (90). Pro-BNP seviyelerinin işlem öncesi ve işlem sonrası dönemde yüksek riskli ve yakın klinik takip gerektiren hastaları tespit etmede faydalı bir parametre olabileceğini düşünmekteyiz.

Akut MI hastalarında stress-responsif kinazın aktive olması, oksidatif stresin ve inflamasyonun artması hiperglisemiye sebebiyet vermektedir (91). PLATO çalışması, hastalarda diyabet olup olmamasına bakılmaksızın akut MI esnasındaki hipergliseminin mortalite ile ilişkili olduğunu göstermektedir (92). Çalışmamızda da elektriksel RV ve klinik RV tutulumu olan hasta gruplarımızın kan şekeri değerleri yüksek olarak tespit edilmiştir.

Steinvi ve arkadaşları MI'ın akut döneminde inflamatuvar proteinlerin (CRP, ferritin) artışına sekonder, daha önceden anemi tanısı almamış olan hastalarda, hemoglobin değerlerinde düşüşme tespit etmişlerdir (93). Çalışmamızda da hastane içi kardiyovasküler sebepli ölen hastalarımızın hemoglobin değerlerinin düşük olduğu görülmüştür. Dünder ve arkadaşları aneminin ST elevasyonlu MI' da önemli bir komorbidite olması sebebi ile Koşuyolu Yüksek İhtisas Hastanesi'nde yapmış oldukları geniş kapsamlı bir çalışmada; düşük hemoglobin seviyesini primer PKG sonrası hastane içi mortalitenin prediktörü olarak tespit etmişlerdir (94). Düşük hemoglobin değerlerinin hastane içi mortaliteyi öngördürmekte kullanılabilecek faydalı bir parametre olabileceğini düşünmekteyiz.

7.1 Çalışmanın Kısıtlılıkları:

Çalışmamızın majör kısıtlılıkları vaka sayısının az olması ve çalışmaya sağlıklı kontrol grubu dahil edilmemiş olmasıdır. RV fonksiyonlarının

değerlendirilmesinde altın standart olan kardiyak MRI' ın kullanılmamış olması çalışmamızın bir diğer kısıtlılığıdır.

Kullandığımız doku Doppler yönteminin başlıca kısıtlılığı hedef miyokardiyal segmentin hızının, komşu miyokardiyal segmentin hareketinden ve kalbin rotasyonel hareketinden de etkilenmesidir. Bu kısıtlama speckle tracking gibi açı ve yük bağımsız yeni yöntemlerle giderilmeye çalışılmıştır (95). Doppler inceleme esnasında ultrason dalgalarının miyokardiyal segmente paralel ayarlanması gereği yöntemi zorlaştırmaktadır. Yine açı bağımlılığı olması nedeniyle kalbin uzun eksen ve kısa eksen boyunca olan hareketlerinin birlikte değerlendirilmesi mümkün olmamaktadır.

Apikal dört boşluk incelemede RV serbest duvar sınırlarının LV kadar iyi belirlenememesi (özellikle dar interkostal aralığı olan, amfizem veya kronik obstrüktif akciğer hastalığı olan hastalarda) speckle tracking incelemede zorluk oluşturmuştur. Ayrıca, RV' nin trabeküler yapısı, retrosternal yerleşimi ve kompleks geometrik yapısı speckle tracking ve Doppler incelemede sorun oluşturmuştur.

Kidawava ve arkadaşları inferior MI hastalarına yapmış oldukları çalışmada; göğüs ağrısının başlangıcından primer PKG' ye kadar geçen sürenin RV sistolik fonksiyonlarının korunmasını etkilediğini göstermişlerdir (96). Çalışmamızda hastalarımıza ST elevasyonlu inferior MI tanısı ile bir saatten az bir sürede primer PKG yapılmış olup hastaların ekokardiyografik incelemeleri PKG sonrası ilk 24 saat içinde yapılmıştır. Elimizde hastalarımızın göğüs ağrısının hangi saatinde hastaneye başvurdukları bilgisi yoktur. Göğüs ağrısı süresinin hastane içi mortaliteyi etkileyebilmiş olduğunu düşünmekle beraber çalışmamızda hastaneye başvurduktan sonra bir saat içinde primer PKG yapılmış ve optimal medikal tedavi verilmiş olmasına rağmen speckle tracking ekokardiyografi ile persiste eden RV ve LV disfonksiyonunun hastane içi mortalitenin bağımsız prediktörü olduğu gösterilmiştir.

Akut inferior MI ile başvuran hastalar uygun bir süre içerisinde primer PKG uygulanmış ve optimal medikal tedavi verilmiştir. Ayrıca, pozitif inotrop ve sıvı ihtiyacı olan hastaların gerekli tedavileri uygulanarak, klinik stabiliteyi sağlanmıştır. Klinik stabilitesi sağlanmış olan hastalara yapmış olduğumuz ekokardiyografik incelemelerin özellikle yük bağımlı parametreleri etkilemiş olabileceğini düşünmekteyiz. Ancak, çalışmamızın sonuçlarında elde etmiş

olduğumuz parametrelerin optimal PKG ve medikal tedavi sonrası bile hastane içi kardiyovasküler mortaliteyi öngördürücü olması önemlidir.

Daha fazla vaka sayısı ve kontrol grubuyla yapılacak olan geniş kapsamlı çalışmaların verilerimizin doğrulanması açısından önemlidir.

7.2 Çalışmanın Klinik faydaları:

Survival And Ventricular Enlargement (SAVE) alışmasında akut MI sonrası sağ kalan hastalarda LV fonksiyonlarının kardiyovasküler mortalite ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Leonarda ve arkadaşları SAVE çalışmasına dahil edilmiş olan 416 hastalık bir alt grup çalışmasında RV fonksiyonlarının yaşam süresini, egzersiz kapasitesini ve otonomik dengesizliği belirlemede önemli bir prediktör olduğunu tespit etmişlerdir (97, 98). Çalışmamızda akut inferior MI ile başvuran hastalarda primer PKG ve optimal medikal tedaviye rağmen persiste eden RV ve LV disfonksiyonun hastane içi mortalite ve morbiditeyi predikte ettiği saptanmış olup, speckle tracking incelemenin yakın takibi gereken yüksek riskli hastaların saptanmasında önemli rol oynayabileceği gösterilmiştir. Bu yüksek riskli grubun speckle tracking inceleme ile tespiti sonrası hastaların yakın klinik takibi, gerektiğinde pozitif inotrop desteği ve agresif medikal veya girişimsel tedavileri ile hastane içi mortalitelerinde azalma sağlanabilir. Bu konu ile ilgili daha geniş kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır.

8. SONUÇ:

Çalışmamızda inferior MI hastalarında elektriksel RV tutulumu olduğunda hastaların TAPSE, MPI, RV-S, LV longitudinal strain, LV sirkumferansiyal strain, LV radyal strain, LA ve RA fazik fonksiyonların düşük olduğu ve bunun hastane içi kardiyovasküler mortalite ve morbiditeyi arttırdığı tespit edilmiştir.

Akut inferior MI ile başvuran hastalarda optimal perkütan ve medikal tedaviye rağmen persiste eden RV ve LV disfonksiyonu ilk 24 saatte hastane içi mortalite ile ilişkilidir ve yakın klinik takip gerektiren yüksek riskli grubun saptanmasında önemlidir. Çalışmamızda yapmış olduğumuz ROC analizlerine göre RV global longitudinal strain değerinin -14% veya altında olmasının hastane içi kardiyovasküler mortaliteyi 89% sensitivite ve 62.5% spesifisite ile öngördüğü, benzer olarak LV global longitudinal strain değerinde -13% veya altında olmasının 66.7% sensitivite ve 86.1% spesifisite ile öngördüğü saptanmıştır.

9. KAYNAKLAR:

1. Goldstein JA. Pathophysiology and management of right heart ischemia. *J Am Coll Cardiol* 2002; 40:841
2. O' Rourke RA, Dell'italia LJ: Right ventricular myocardial infarction. In *Arteriosclerosis and Coronary Artery Disease* (Eds. Topol EJ, Ross R, Fuster V),p. 1079-1096. New York: Lippincott-Raven,1998
3. Sakata K, Yoshino H, Kurihara HY, et al. Prognostic significance of persistent right ventricular dysfunction as assessed by radionuclide angiography in patients with inferior wall acute myocardial infarction. *AM J Cardiol* 2000; 85:939
4. Goldstein JA, Barzilai B, Rosamond TL, Eisenberg PR, Jaffe AS: Determinants of hemodynamic compromise with severe right ventricular infarction. *Circulation* 1990;82:359–368
5. O' Rourke RA, Dell'italia LJ: Right ventricular myocardial infarction. In *Arteriosclerosis and Coronary Artery Disease* (Eds. Topol EJ, Ross R, Fuster V),p. 1079-1096. New York: Lippincott-Raven,1998
6. Galla John M Meukherjee D. "Complications of myocardial infarction" *Manual of Cardiovascular Medicine*, third edition Wolters KluwerLippincott Willians & Wilkins:Philadelphia; 2009.48-66
7. Lim ST, Marcovitz P, Pica M, et al. Right ventricular performance at rest and during stress with chronic proximal occlusion of the right coronary artery. *Am J Cardiol* 2003; 92: 1203.

8. Goldstein JA, Lee DT, Pica MC, et al. Patterns of coronary compromise leading to bradyarrhythmias and hypotension in inferior myocardial infarction. *Coron artery Dis* 2005; 16: 265.
9. Zehender M, Kasper W, Kauder E, et al H. Right ventricular infarction as an independent predictor of prognosis after acute inferior myocardial infarction. *N Engl J Med* 1993;328: 981-8.
10. Jacobs AK, Leopold JA, Modur S, et al. Right ventricular infarction by cardiogenic shock: observations and implications. The NHLBI SHOCK registry. *J Am Coll Cardiol* 2000;873: 385A.
11. Kakouros N, Cokkinos DV. Right ventricular myocardial infarction: pathophysiology, diagnosis, and management. *Postgrad Med J* 2010; 86: 719.
12. Bowers TR, O' Neill WW, Pica M, Goldstein JA. Patterns of coronary compromise resulting in acute right ventricular ischemic dysfunction. *Circulation* 2002; 106:1104
13. Bonow RO, Mann DL, Zipes DP, Libby p, Braunwald' s Herath Disease 9th edition, Philedelphia, 2012; 150:151
14. Wellens HJ. The value of the right precordial leads of the electrocardiogram. *N Engl J Med* 1999; 340:381
15. Farb A, Burke AP, Virmani R. Anatomy and Pathology of the Right Ventricle (including acquired tricuspid and pulmonic valve disease). *Cardiol Cilnic* 1992;10: 1-21.
16. Edwards WD. Cardiac Anatomy and Examination of Cardiac Specimens. Moss and Adams eds. *Heart Disease in Infants, Children, and dolescents*

Including the Fetus and Young Adult. Fifth edit. Baltimore, Williams and Wilkins. 1995; p.82-7

17. Comess KA. Echocardiographic Findings in Acute and Chronic Pulmonary Disease. Differentiation from Primary Cardiac Disease. Otto CM ed. The Practice of Clinical Echocardiography. Philadelphia, WB Saunders Company. 1997; p.565-83
18. Stephanazzi J, Guidon-Attali C, Escarment J: Right Ventricular Function: Physiological and Physiopathological Features. *Ann-Fr-Anest-Reanim.* 1997;16(2):165-86.
19. Slater JP, Lipsitz EC, Chen JM et al: Systolic Ventricular Interaction in Normal and Diseased Explanted Human Heart. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1997;113(6):1091-9.
20. Forrester AL. Hemodynamics of the Right Ventricle in Normal and Disease States. *Cardiol. Clinic* 1992;10:59-67.
21. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography' s Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18: 1440-63.
22. Jiang L, Wiegers SE, Weyman AE. Right Ventricle. Weyman AE ed *Principles and Practice of Echocardiography* 2nd. edit. Philadelphia, Lea and Febiger 1994; p.901-21
23. Feigenbaum H: *Echocardiography*, 5th edit. Philadelphia, Lea and Febiger. 1994; p.158-6

24. Barnard D, Alpert JS. Right ventricular function in health and disease. *Curr Probl Cardiol* 1987;12: 417-49 ve Armour JA, Randall WC. Structural basis for cardiac function. *Am J Physiol* 1970;218:1517-23.
25. Weyman AE, Wann S, Feigenbaum H, Dillon JC. Mechanism of abnormal septal motion in patients with right ventricular volume overload: a cross-sectional echocardiographic study. *Circulation* 1976;54: 179-86.
26. Ryan T, Pterovic O, Dillon JC, et al. An echocardiographic index for separation of right ventricular volume and pressure overload. *J Am Coll Cardiol* 1985;5:918-27
27. Helbing WA, Bosch HG, Maliopaard C, et al. Comparison of echocardiographic methods with magnetic resonance imaging for assessment of right ventricular function in children. *Am J Cardiol* 1995;76: 589-94.
28. Maddahi J, Berman DS, Matsuoka DT, et al. A new technique for assessing right ventricular ejection fraction using rapid multi-gated equilibrium cardiac blood pool scintigraphy: description, validation, and findings in chronic coronary artery disease. *Circulation* 1979;60: 581-89.
29. Burgess MI, Mogulkoc N, Bright-Thomas RJ, Bishop P, Egan JJ, Ray SG. Comparison of echocardiographic markers of right ventricular function in determining prognosis in chronic pulmonary disease. *J Am Soc Echocardiogr* 2002;15: 633-9.
30. Slager CJ, Hooghoudt TE, Serruys PW et al: Quantitative assessment of regional left ventricular motion using endocardial landmarks. *J Am Soc Echocardiogr* 1991;4:131-9
31. Tamborini G, Pepi M, Galli CA, Maltagliati A, Celeste F, Muratori M, et al. Feasibility and accuracy of a routine echocardiographic assessment of right ventricular function. *Int J Cardiol* 2007;115: 86-9.

32. Lopez-Candales A, Dohi K, Rajagopalan N, Edelman K, Gulyasy B, Bazaz R. Defining normal variables of right ventricular size and function in pulmonary hypertension: an echocardiographic study. *Postgrad Med J* 2008;84:40-5.
33. Rushmer RF, Crystal DK, Wagner C. The functional anatomy of ventricular contraction. *Circ Res* 1953;1(2):162-70.
34. Miller D, Farah MG, Liner A, et al. The relation between quantitative right ventricular ejection fraction and indices of tricuspid annular motion and myocardial performance. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17:443-7.
35. Burstein L: Determination of Pressure in Pulmonary Artery by External Graphic Recordings. *Br Heart J* 1967;29:396-404.
36. Hatle L, Angelsen BAJ, Tromsdal A: Non-Invasive Estimation of Pulmonary Artery Systolic Pressure with Doppler Ultrasound. *Br Heart J* 1981;45:157-65.
37. Larrazet F, Pellerin D, Fournier C et al. Right and Left Isovolumic Ventricular Relaxation Time Intervals Compared in Patients by Means of a Single- Pulsed Doppler, Method. *J Am Soc Echocardiogr* 1997;10:699-706.
38. Tei C. New non-invasive index for combined systolic and diastolic ventricular function. *J Cardiol.* 1995 26;(2):135-6.
39. Tei C, Nishimura RA, Seward JB, Tajik AJ. Noninvasive Doppler-derived myocardial performance index: correlation with simultaneous measurements of cardiac catheterization measurements. *J Am Soc Echocardiogr.* 1997 Mar;10:169-78.
40. Eidem BW, Tei C, O' Leary PW, Cetta F, Seward JB. Nongeometric quantitative assessment of right and left ventricular function: myocardial

- performance index in normal children and patients with Ebstein anomaly. *J Am Soc Echocardiogr.* 1998 Sep;11:849-56.
41. Ishii M, Eto G, Tei C, Tsutsumi T, Hashino K, Sugahara Y, et al. Quantitation of the global right ventricular function in children with normal heart and congenital heart disease: a right ventricular myocardial performance index. *Pediatr Cardiol.* 2000 Sep-Oct;21(5):416-21.
 42. Yeo TC, Dujardin KS, Tei C, Mahoney DW, McGoon MD, Seward JB. Value of a Doppler-derived index combining systolic and diastolic time intervals in predicting outcome in primary pulmonary hypertension. *Am J Cardiol.* 1998 1;81(9):1157-61.
 43. Burgess MI, Mogulkoc N, Bright-Thomas RJ, Bishop P, Egan JJ, Ray SG, Comparison of echocardiographic markers of right ventricular function in determining prognosis in chronic pulmonary disease. *J Am Soc Echocardiogr.* 2002 Jun;15(6):633-9.
 44. Nishimura E, Ikeda S, Naito T, Yamaguchi K, Yakabe K, Iwasaki T, et al. Evaluation of right-ventricular function by Doppler echocardiography in patients with chronic respiratory failure. *J Int Med Res* 1995;27(2):65-73.
 45. Tei C, Dujardin KS, Hodge DO, et al. Doppler echocardiographic index for assessment of global right ventricular function. *J Am Soc Echocardiogr.* 1996;9(6):838-47.
 46. Tei C, Ling LH, Hodge DO, Bailey KR, Oh JK, Rodeheffer RJ, et al. New index of combined systolic and diastolic myocardial performance: a simple and reproducible measure of cardiac function-a study in normals and dilated cardiomyopathy. *J Cardiol.* 1995;26(6):357-66
 47. Poulsen SH, Nielsen JC, Andersen HR. The influence of heart rate on the Doppler-derived myocardial performance index. *J Am Soc Echocardiogr.* 2000;13(5):379-84.

48. Garcia MJ, Thomas JD, Klein AL. New Doppler echocardiographic applications for the study of diastolic function. *J Am Coll Cardiol* 1998;32: 865-75.
49. Miyateke K, Yamagishi M, Tanaka N, et al. New method for evaluating left ventricular wall motion by color-coded tissue Doppler imaging: In vitro and in vivo studies. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:717-24.
50. Meluzin J, Pinarova 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* 2001;24: 135-9.
51. Kukulski T, Hubbert L, Arnold M, et al: Normal region right ventricular function and its change with age: A Doppler myocardial imaging study: *J Am Soc Echo*, 2000;13: 194-204.
52. Harada K, Tamura M, Toyono M, Yasuoka K. Comparison of right ventricular Tei index by tissue Doppler imaging to that obtained by pulsed Doppler in children without heart disease. *Am J Cardiol* 2002;90: 566-9.
53. Meluzin J, Spinarova L, Bakala J, et al.: Pulsed Doppler tissue imaging of the velocity of tricuspid annular motion: a new, rapid, and noninvasive method of evaluating right ventricular systolic function. *Eur Heart J* 2000;22: 340-8.
54. Baros MI, Machado FS, Ribeiro AP, Rocha MC. Detection of early right ventricular diastolic dysfunction in Chagas disease using Doppler tissue imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2002;15: 1197-201.
55. 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: 340-8.

56. Mirsky I, Parmley WW. Assessment of passive elastic stiffness for isolated heart muscle and the intact heart. *Circ res* 1973;33: 233-43.
57. Heimdal A, Støylen A, Torp H, Skjaerpe T. real-time strain rate imaging of the left ventricle by ultrasound. *J Am Soc echocardiogr* 1998;11: 1013-9.
58. Tsutsi H, Uematsu M, Shimizu H, Yagishi M, Tanaka N, Matsuda H, et al. Comparative usefulness of myocardial velocity gradient in detecting ischemic myocardium by dobutamine challenge. *J Am Coll Cardiol* 1998;31: 89-93.
59. Wilkenshoff UM, Sovany A, Wigstrom L, et al. Regional mean systolic myocardial velocity estimation by real-time color Doppler myocardial imaging: a new technique for quantifying regional systolic function. *J Am Soc Echocardiogr* 1998;11:683-92.
60. Pan C, Hoffmann R, Kuhl H, Severin E, Franke A, Hanrath P. Tissue tracking allows rapid and accurate visual evaluation of left ventricular function. *Eur J Echocardiogr* 2001; 2:197-202.
61. Mirsky I, Parmley WW. Assessment of passive elastic stiffness for isolated heart muscle and the intact heart. *Circ Res* 1973;33:233-43.
62. Stoylen A, Heimdal A, Bjornstad K, Wiseth R, Vik-Mo H, Torp H, et al. Strain rate imaging by ultrasound in the diagnosis of coronary artery disease. *J Am Soc Echocardiogr* 2000;13: 1053-64.
63. Uematsu M, Miyatake K, Tanaka N, et al. Myocardial velocity gradient as a new indicator of regional left ventricular contraction: detection by a two-dimensional tissue Doppler imaging technique. *J Am Coll Cardiol* 1995;26: 217-23.

64. Bohs LN, Trahey GE. A novel method for angle independent ultrasonic imaging of blood flow and tissue motion. *IEEE Trans Biomed Eng* 1991;38:280-6.
65. Helle-Valle T, Crosby J, Edvardsen T, et al. New noninvasive method for assessment of left ventricular rotation: speckle tracking echocardiography. *Circulation* 2005;112:3149-56.
66. Barbier P, Solomon SB, Schiller NB, Glantz SA. Left atrial relaxation and left ventricular systolic function determine left atrial reservoir function. *Circulation* 1999;100:427-36.
67. Khankirawatana B, Khankirawatana S, Peterson B, Mahrous H, Porter TR. Peak atrial systolic mitral annular velocity by Doppler tissue reliably predicts left atrial systolic function. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17:353-60.
68. Telagh R, Hui W, Abd Al Rahman M, Berger F, Lange PE, Abdul-Khaliq H. Assessment of regional atrial function in patients with Hypertrophic Cardiomyopathies using Tissue Doppler imaging. *Pediatr Cardiol* 2008;29:301-8.
69. Sirbu C, Herbots I, D'hooge J, Claus P, Marciniak A, Langeland T, et al. Feasibility of strain and strain rate imaging for the assessment of regional left atrial deformation: a study in normal subjects. *Eur J Echocardiography* 2006;7:199-208.
70. Schneider C, Malisius R, Krause K, et al. Strain rate imaging for functional quantification of the left atrium: atrial deformation predicts the maintenance of sinus rhythm after catheter ablation of atrial fibrillation. *Eur Heart J* 2008;29:1397-409.
71. Di Salvo G, Caso P, Lo Piccolo R, et al. Atrial myocardial deformation properties predict maintenance of sinus rhythm after external cardioversion of recent-onset lone atrial fibrillation: a color Doppler myocardial imaging and

transthoracic and transesophageal echocardiographic study. *Circulation* 2005;112:387–95.

72. Ng S, Ottervanger JP, van 't Hof AW. Impact of ischemic time on post-infarction left ventricular function in ST-elevation myocardial infarction. *Int J Cardiol.* 2013 May 25;165(3):523-7.
73. Lu KJ, Chen JX, Profitis K. Right Ventricular Global Longitudinal Strain Is an Independent Predictor of Right Ventricular Function: A Multimodality Study of Cardiac Magnetic Resonance Imaging, Real Time Three-Dimensional Echocardiography and Speckle Tracking Echocardiography. *Echocardiography.* 2014 Oct 7.
74. Nesser HJ, Tkalec W, Patel AR, Masani ND, Niel J, Markt B, et al. Quantitation of right ventricular volumes and ejection fraction by three dimensional echocardiography in patients: comparison with magnetic resonance imaging and radionuclide ventriculography. *Echocardiography* 2006;23: 666-80.
75. Kjaergaard J, Petersen CL, Kjaer A. Evaluation of right ventricular volume and function by 2D and 3D echocardiography compared to MRI. *Eur J Echocardiogr.* 2006 Dec;7(6):430-8.
76. Miller D, Farah MG, Liner A, Fox K, Schluchter M, Hoit BD. The relation between quantitative right ventricular ejection fraction and indices of tricuspid annular motion and myocardial performance. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17: 443-7.
77. Tamborini G, Pepi M, Galli CA, Maltagliati A, Celeste F, Muratori M, et al. Feasibility and accuracy of a routine echocardiographic assessment of right ventricular function. *Int J Cardiol* 2007;115: 86-9.

78. Hammarstrom E, Wranne B, Pinto FJ, et al: Tricuspid annular motion. *J Am Soc Echocardiogr* 4: 131-139, 1991.
79. Miller D, Farah MG, Liner A, Fox K, Schluchter M, Hoit BD. The relation between quantitative right ventricular ejection fraction and indices of tricuspid annular motion and myocardial performance. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17: 443-7.
80. Gjesdal O, Helle-Valle T, Hopp E, et al. Noninvasive separation of large, medium, and small myocardial infarcts in survivors of reperfused ST-elevation myocardial infarction: a comprehensive tissue Doppler and speckle-tracking echocardiography study. *Circ Cardiovasc Imaging* 2008;1: 189–96.
81. Orii M, Hirata K, Tanimoto T. Two-Dimensional Speckle Tracking Echocardiography for the Prediction of Reversible Myocardial Dysfunction after Acute Myocardial Infarction: Comparison with Magnetic Resonance Imaging. ; 2014 Aug 11; 440-449.
82. Song CF, Zhou Q, Guo RO. Alteration in the global and regional myocardial strain patterns in patients with inferior ST-elevation myocardial infarction prior to and after percutaneous coronary intervention. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences* 2014; 30: 29-34.
83. Konishi K, Dohi K, Tanimura M. Quantifying longitudinal right ventricular dysfunction in patients with old myocardial infarction by using speckle-tracking strain echocardiography. *Cardiovascular ultrasound*; 2013: 11-23.
84. Ersbol M, Valuer N, Mogenson UV. Prediction of All-Cause Mortality and Heart Failure Admissions From Global Left Ventricular Longitudinal Strain

in Patients With Acute Myocardial Infarction and Preserved Left Ventricular Ejection Fraction. *J Am Coll Cardiol Img*; 2013; 23: 2365-73.

85. Cohn JN, Guiha NH, Broder MI, Limas CJ. Right ventricular infarction. Clinical and hemodynamic features. *Am J Cardiol* 1974; 33: 209–14.
86. Dell'Italia LJ, Starling MR, Crawford MH, Boros BL, Chaudhuri TK, O'Rourke RA. Right ventricular infarction: identification by hemodynamic measurements before and after volume loading and correlation with noninvasive techniques. *J Am Coll Cardiol* 1984;4: 931–9.
87. Bowers TR, O'Neill WW, Grines C, Pica MC, Safian RD, Goldstein JA. Effect of reperfusion on biventricular function and survival after right ventricular infarction. *N Engl J Med* 1998;338:933–40.
88. Feigenbaum H, Mastouri R, Sawada S. A practical approach to using strain echocardiography to evaluate the left ventricle *Circulation Journal Official Journal of the Japanese Circulation Society* 2012;76(7):1550-5.
89. Ingul BC, Malm S, Refsdal E. Recovery of Function After Acute Myocardial Infarction Evaluated by Tissue Doppler Strain and Strain Rate. *J Am Soc Echocardiogr*; 2010: 432-438
90. Yap LB, Ashrafian H, Mukerjee D. The natriuretic peptides and their role in disorders of right heart dysfunction and pulmonary hypertension. *Clin Biochem*. 2004 Oct;37(10):847-56.
91. Webster KA. Stress hyperglycemia and enhanced sensitivity to myocardial infarction. *Curr Hypertens Rep*. 2008 Feb;10(1):78-84.

92. Wallentin L, Becker RC, Budaj A, Cannon CP, Emanuelsson H, Held C, Horrow J, Husted S, James S, Katus H, Mahaffey KW, Scirica BM, Skene A, Steg PG, Storey RF, Harrington RA, for the PLATO Investigators. Ticagrelor versus clopidogrel in patients with acute coronary syndromes. *N Engl J Med* 2009;361:1098–1099.
93. Steinvil A, Banai S, Rubinow E. The development of anemia of inflammation during acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2012; 156:160-164.
94. DüNDAR C, ODUNCU V, ERKOL A. In-hospital prognostic value of hemoglobin levels on admission in patients with acute ST segment elevation myocardial infarction undergoing primary angioplasty. *Clin Res Cardiol.* 2012 Jan;101(1):37-44.
95. Urheim S, Edvardsen T, Torp H, Angelsen B, Smiseth OA. Myocardial strain by Doppler echocardiography validation of a new method to quantify regional myocardial function. *Circulation* 2000; 102: 1158-1164.
96. Kidawa M, Krzysztof C, Marzenna Z. Real-time 3D echocardiography and tissue Doppler echocardiography in the assessment of right ventricle systolic function in patients with right ventricular myocardial infarction. *J Am Soc Echocardiogr* : 2013; 1002–1009.
97. St. John Sutton M, Pfeffer MA, Moye L, et al. Cardiovascular death and left ventricular remodeling two years after myocardial infarction- the survival and ventricular enlargement (SAVE) trial. *Circulation* 1997; 96: 3294-9.
98. Leonardo A, Zornoff M, Skali H. Right ventricular dysfunction and risk of heart failure and mortality after inferior myocardial infarction. *Am J Cardiol* 2002; 9: 1450-1456.