

T.C
İstanbul Üniversitesi
Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Kardiyoloji Anabilim Dalı

PERKÜTAN KORONER GİRİŞİM YAPILAN İSKEMİK KALP
HASTALARINDA (MİYOKARD İNFARKTÜSÜ GEÇİRMEMİŞ)
SOL VENTRİKÜL FONKSİYONLARININ DOKU DOPPLER
EKOKARDİYOGRAFI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

(Uzmanlık Tezi)

DR İBRAHİM HALİL BAYRAK
TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. HAŞİM MUTLU

İSTANBUL 2007

Cerrahpaşa Tıp Fakóltesi Kardiyoloji Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimim süresince çabalarını bizden esirgemeyen ve eğitimime katkıda bulunan başta Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof Dr Vural Ali Vural olmak üzere tüm öğretim üyelerine saygılarımı sunar, teşekkür ederim.

Tezimin hazırlanmasının her aşamasında değerli katkı ve yardımlarını esirgemeyen Prof Dr Haşim Mutlu'ya minnet ve şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmama yaptıkları katkı ve yardımlarından dolayı arkadaşım Mehmet Özbay'a, Dr Ferit Aliyev'e, Dr Oben Arı'ya, birlikte çalıştığım asistan arkadaşlarıma ve kardiyoloji anabilim dalı hemşire ve personeline teşekkür ederim.

Son olarak yardım ve desteği ile her zaman yanımda olan sevgili eşime teşekkür ederim.

Dr İbrahim Halil Bayrak

İstanbul 2007

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
GENEL BİLGİLER.....	3
YÖNTEM VE GEREÇLER.....	29
BULGULAR.....	34
TARTIŞMA.....	44
ÖZET.....	51
SUMMARY.....	53
KAYNAKLAR.....	55

GİRİŞ VE AMAÇ :

Ekokardiyografi kalbin yapısal ve fonksiyonel işlevlerini yüksek frekanslı ses dalgaları kullanılarak değerlendirmeye yarayan girişimsel olmayan, uygulaması kolay, nisbeten ucuz bir tanı yöntemidir^(1,2).

Son dönemlerde diğer tıp alanlarda olduğu gibi ekokardiyografik incelemelerde de önemli ilerlemeler kaydedilmiş ve yeni teknikler geliştirilmiştir. Doku doppler görüntüleme (DDG) de ventriküllerin global veya bölgesel, sistolik ve diyastolik fonksiyonları kantitatif olarak değerlendirilmesinde kullanılan bu yeni tekniklerden biridir^(2,4,5).

Doku doppler ekokardiyografi doppler prensibine dayalı girişimsel olmayan kardiyak görüntüleme tekniğidir. İlk kez 1989 yılında Isaz ve arkadaşları tarafından sol ventrikül posteriyor duvar hareketlerinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılmış⁽³⁾, 1992 yılında da Mc Dicken ve ark. tarafından klinik kullanıma sokulmuştur⁽³⁸⁾

Yapılan çalışmalarda iskemik kalp hastalıklarında sol ventrikül diyastolik fonksiyonunun, sistolik fonksiyondan önce bozulduğu ve bu fonksiyonel bozukluğun global olmaktan çok bölgesel olduğu saptanmıştır^(6,7,8,9,10). Başarılı perkütan koroner girişim sonrası perfüzyonun düzeltilmesi ile bölgesel ve global diyastolik fonksiyonlarda erken ve geç dönemde düzelleme olduğu deneysel ve klinik çalışmalarda gösterilmiştir^(9,10).

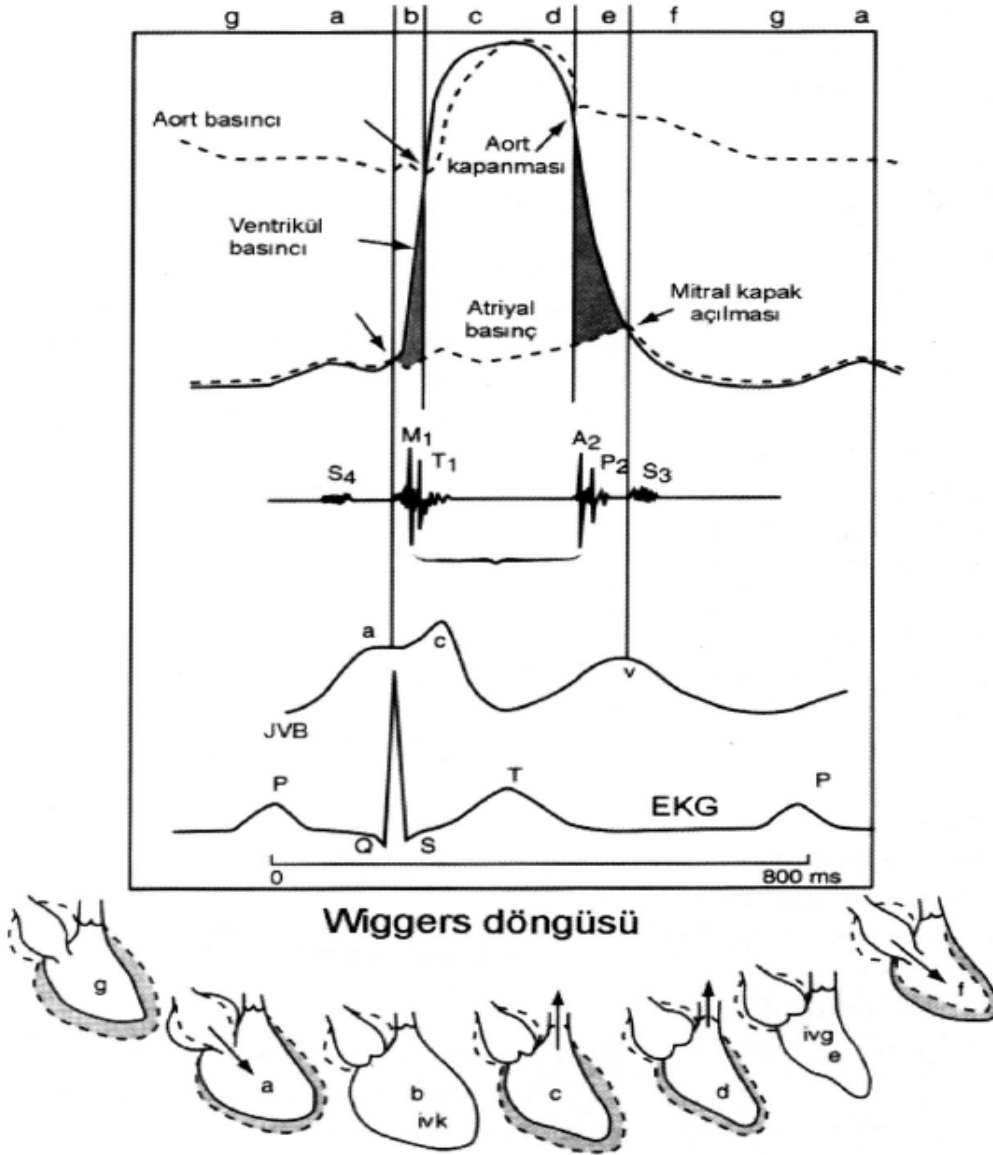
Klasik transmitral akım pulsed doppler ekokardiyografi yönteminin kısıtlılığından dolayı diyastolik fonksiyonun bozukluğunun değerlendirilmesinde doku doppler ekokardiyografi tekniği gittikçe artan oranda önem kazanmaktadır^(1,2,4). Bugüne kadar DDG ile yapılan çalışmalar daha çok miyokard enfarktüsü geçiren hastalarda yapılmıştır. Litaratürde miyokard enfarktüsü geçirmemiş hastalarda DDG ile yapılan çalışma sayısı sınırlıdır.

Bizim çalışmamızın amacı angina pektoris olan veya göğüs ağrısı ayırıcı tanısı için yapılan tanısal testler de(treadmill testi, miyokard perfüzyon sintigrafisi) iskemi saptanıp koroner anjiyografi önerilen, yapılan koroner anjiyografide herhangi bir koroner arterde kritik darlık (<%70) saptanan ve kardiyoloji konseyinde PKG (perkütan koroner girişim) kararı alınan hasta grubundan; Sol ventrikül hipertrofisi, kardiyak hastalık öyküsü(kapak hastalığı, kardiyomyopati, geçirilmiş miyokard enfarktüsü öyküsü, aritmi), pulmoner hipertansiyon öyküsü, girişim uygulanmayan damarların herhangi birinde %50'den fazla darlık bulunmayan ve 60 yaşın altındaki

hastalarda iskeminin miyokard fonksiyonları üzerindeki etkisinin doku dopler ekokardiyografi ile incelenmesi, başarılı perkütan koroner girişimin (perkütan transluminal koroner anjiyoplasti + stent) bu fonksiyonlar üzerindeki etkilerinin araştırılmasıdır.

GENEL BİLGİLER:

Kalp, dokuların ihtiyaç duyduğu kanı normal doluş basınçları altında pompalayarak dağılımını sağlayabilme görevini kasılma ve gevşeme evrelerinden oluşan bir döngü içinde yerine getirir. Sistolik evreyi kalbin kasılabilirlik ve ileri atım gücü, diyastolik evreyi ise kalbin gevşeme kapasitesi belirler. Hem sistol hem de diyastol kendi içinde her biri enerji gerektiren ve farklı fizyolojik olayların gerçekleştiği birkaç evreden oluşur. Bu evreler ilk olarak Wiggers tarafından tanımlanmış olup, kendi adı ile anılan, sistol ve diyastolün evrelerini anlamıza yardımcı olacak şekilde şematize edilmiştir(Şekil-1;Wiggers kalp döngüsü).⁽¹¹⁾.



Şekil 1: Wiggers kalp döngüsü. b ve c sistol; d, e, f, g ve a diyastole ait bölümleri göstermektedir.

Sistolik Evreler:

İzovolümik kasılma evresi: Genellikle mekanik döngünün, hemen sistol öncesinde ventrikül içi basıncının hızla artıp ventriküllerin aktif olarak basınç meydana getirdiği diyastol sonunda başladığı kabul edilir. Ventriküllerin içinde oluşan sistolik basınç henüz kan ventrikülden atılmadan yükselerek atriyal basınçları geçer ve bunun sonucunda da mitral ve triküspid kapaklar yukarıya doğru itilerek kapanır. Bu faz esnasında ventrikül basıncı henüz aort ve pulmoner arter basıncı değerlerine altında olduğundan semilunar kapaklar kapalıdır. Ventrikül hacmi sabit kalırken basınçta artmanın olduğu bu evreye izovolümik

veya izovolümetrik kasılma evresi denir. Bu evre elektrokardiyografideki "R" dalgasının zirve noktası veya birinci kalp sesinin duyulması ile başlar ve semilunar kapakların açılmasına kadar devam eder. İzovolümetrik kasılma evresinde kalbin rotasyonel hareketine bağlı olduğu düşünülen düşük hızlı, çok kısa süreli, tek yönlü veya iki yönlü bir dalga oluşur. Çünkü izovolümetrik kasılma sırasında ventrikül volümü sabit olup, miyokard uzun eksen veya kısa eksen boyunca hareket etmemektedir. Bu evrede ventrikül içi basınç artarken kalp rotasyonel hareket eder⁽¹²⁾, bu evre longitudinal aksta transvers aksa göre daha kısa olup arada ortalama 25 msn fark vardır^(13,14). Bu evre pulse dalga doppler ekokardiyografide izovolümetrik kasılma zamanına(İVKZ) denk düşer. Zamarano ve ark. Kardiyak siklüsün farklı evrelerini inceledikleri çalışmalarında, İVKZ'nin birinci kalp sesinden önce oluştuğunu ve tamamı sistole ait bir izovolümetrik kasılma evresinin olmadığını saptamışlardır⁽¹⁵⁾

Ejeksiyon evresi(sistolik kasılma evresi) :QRS kompleksi sonu ile T dalgasının sonu arasında olan pozitif dalgadır⁽¹⁵⁾. Ventrikül basıncının aort ve pulmoner arter basıncını aşması ile semilunar kapaklar açılır ve sistemik ve pulmoner dolaşıma pompalanır. Bu döneme ejeksiyon evresi denir. Bu evre pulse dalga doppler ekokardiyografide S dalgasına denk düşer. Sistolik zirveye kadar olan bölüm "**erken ejeksiyon evresi**, zirveden sonraki bölüm ise "**geç ejeksiyon evresi**" olarak adlandırılır. Erken bölümde kanın aortaya atılması ventrikül volümünde hızlı azalma yapar, geç bölümde ise volüm azalması ile birlikte basınç azalması da oluşur. Semilunar kapakların kapanması ile son bulur.

Renkli doppler ya da pulse dalga doppler ile ölçülen anuler sistolik hızların ortalaması, sol ventrikül sistolik fonksiyonunun global olarak değerlendirilmesinde kullanılabilir^(16,17). Miyokardiyal kalınlaşma bölgesel sol ventrikül kasılmasının önemli bir göstergesidir. Normal kalpte kasılma esnasında endokard, epikarddan daha hızlı hareket eder. Bu nedenle sistolde endokardiyum ile epikardiyum arasında saptanan hız gradiyenti, bölgesel miyokardiyal kasılmanın göstergesidir^(18,19).

Sol ventrikülden farklı olarak, sağ ventrikül kasılma paterni 3 farklı fazdan oluşmaktadır; Sirkumferansiyel kasların kasılması, sağ ventrikül serbest duvarının interventriküler septuma doğru hareketi ve son olarak da sol ventrikül kasılmasının neden olduğu burkulma aksiyonu (Wringer) ile sağ ventrikül kasılması tamamlanmaktadır^(20,21).

Diyastolik Evreler:

İzovolümetrik gevşeme evresi: Sistolün geç ejeksiyon evresinde, ventrikül içi basınç hızla düşer. Ventrikül içi basınç aort sistolik basıncının altına indiğinde aortik kapak kapanır. Ancak bu dönemde ventrikül içi basınç hala sol atriyum basıncından yüksek olduğu için mitral kapak kapalıdır. Bu evrede ventriküllere kan akışı olmadan, yani volüm değişikliği olmadan basınç hızla düşmektedir^(15,22). Bu evre pulse dalga doppler ekokardiyografide izovolümetrik gevşeme zamanı(**İVGZ**) olarak belirlenir. Ventrikül içi hacim sabit kalırken miyokardın gevşemesi sonucu basınç azalması devam eder ve bir süre sonra ventrikül içi basınç sol atriyum basıncının da altına düşerek mitral kapağın açılmasına neden olur. Aort kapağının kapalı olduğu ve mitral kapağın açılmasına kadar devam eden bu döneme izovolümetrik veya izovolümetrik gevşeme evresi denir. İVGZ aralığı ikinci kalp sesinden sonra başlar, en iyi ölçüm metodu fonokardiyogram eşliğinde ölçüm yapmaktır^(2,4). Çünkü sistolik duvar hareketi anomalisi olan bazı hastalarda sistol sonunu lokalize etmek güçtür. Bölgesel izovolümetrik gevşeme zamanı normal bireylerde ortalama 59 ± 22 msn olup, minimum değeri sıfır, maximum değeri ise 110 msn.dir. Sol ventrikülün farklı segmentleri arasında izovolümetrik gevşeme zamanı minimal heterojenite gösterir^(23,24). Pulse dalga doku doppler ile her segment için ayrı ayrı ölçülebilen bölgesel İVGZ, mitral akımdan ölçülen global İVGZ'den daha kısadır⁽¹²⁾. Çünkü erken diyastolde sol ventrikül doluşu pasif olmayıp aktif miyokardiyal gevşeme sonucu gerçekleşir. İzovolümetrik gevşemeyi takiben, sol ventrikül doluşunu başlatan erken diyastolik miyokardiyal gevşeme hareketi, mitral giriş erken akımdan daha önce başladığından dolayı bölgesel İVGZ, global İVGZ'den daha kısadır⁽¹²⁾. Kondo ve ark. da yaptıkları çalışmada, bölgesel izovolümetrik gevşeme zamanını sağlıklı bireylerin %93,8' inde global izovolümetrik gevşeme zamanından daha kısa olduğunu bulmuşlardır⁽²⁵⁾.

Erken hızlı doluş evresi: Erken diyastolik hızlı doluş evresi mitral kapağın açılması ile başlar ve ventrikül içi basınç sol atriyum basıncına eşitlendiğinde veya bunu geçtiğinde sona erer. Mitral kapağın açılması ile birlikte sol ventriküle hızla kan doluşu gerçekleşir. Bu doluş atriyo-ventriküler basınç farkı ile pasif olarak gerçekleşir. Ancak atriyo-ventriküler kan akımının hızı; atriyoventriküler basınç farkı yanında, her iki boşluğun kompliyanslarına (esneyebilirliğine) ve ventrikülün

gevşemesine bağlıdır. Bu faktörler sol ventrikülün erken diyastolik dönemindeki doluşunda sol atriyum basıncından çok daha önemli bir yere sahiptir. Her ne kadar pasif doluş evresi olarak adlandırılrsa da ventrikülün gevşemesi enerji gerektiren bir süreçtir.

Sol atriyum basıncı kanın sol ventriküle geçmesi ile azalır ancak, ventrikül basıncıda kan doluşunun başlamasının hemen sonrasında ventrikül gevşemesi sayesinde düşer ve en düşük değerlerine ulaşır, hızlı doluş devam ettirilir. Kan sol ventriküle geçtikçe ventrikül içi basınç artmaya başlar. Başlangıçta dengelenebilen basınç değeri miyokard gevşemesinin de azalması ile hızla yükselmeye başlar. Sol atriyum basıncındaki düşüş ve sol ventrikül içi basıncındaki artış sonucunda atriyo-ventriküler basınç farkı ve dolayısıyla kanın sol ventriküle doluşu giderek azalır. Normal şartlarda sol ventrikül diyastolik doluşunun yaklaşık olarak %80' i bu dönemde gerçekleşir.

Bu evre EKG'de T dalgasından sonra kaydedilir. Pulse dalga doku doppler incelemesinde kaydedilen ilk baskın negatif dalga olup E dalgası olarak adlandırılır. E dalgası erken diyastolik doluş fazında kalbin hızla genişlemesiyle meydana gelen hareketin oluşturduğu dalgadır. Burada oluşan E dalgası direkt olarak miyokardiyal gevşemeye bağlı olup önyükten kısmen bağımsızdır^(26,27). Sağlıklı kalpte, erken diyastolde aktif sol ventrikül miyokardiyal gevşemesinden dolayı sol ventrikül basıncı, sol atriyum basıncının altına iner. Bunun sonucu olarak mitral kapağın açılması ile mitral giriş erken akım oluşur. Yani miyokardiyal gevşeme ile oluşan hareket, mitral giriş akımdan daha önce başlar. Bu sebeple sağlıklı kalplerde pulse dalga doku doppler ile kaydedilen E dalgası, mitral giriş erken diyastolik E dalgasından daha önce başlar.

Akselerasyon zamanı atriyoventriküler kapakların açılmasından en yüksek akım hızına ulaşana kadar geçen süredir⁽²⁸⁾. Deselerasyon zamanı ise en yüksek akım hızının (pik E akım hızının) bazal düzeye inmesine kadar geçen süredir^(29,30).

Doku doppler incelemedeki E dalgası ön yükten etkilenmez ve elastik recoil gösterir⁽¹⁷⁾. Bazal miyokardın E dalgası, mitral giriş E dalgasından hemen önce gelir. Bu da miyokardın elastik recoil ve emme etkisinin olduğunu gösterir⁽³¹⁾. Mitral annülüs ve lateral duvarda E dalga hızı apikal bölge ve septumdan daha yüksektir. Bu da gevşeme aktivitesinin lateral duvarda daha

belirgin olduğunu göstermektedir. Miyokardiyal liflerin anatomik yerleşimi ve kısıtlı rotasyonundan dolayı apikal bölgede E dalgasının hızı düşüktür⁽¹⁷⁾.

Shan ve ark⁽³²⁾.S ve E dalga hızlarını belirleyen en önemli faktörün, miyokardiyal adrenerjik reseptör miktarı ve interstisyel fibrozis oranının olduğunu öne sürmüşlerdir. Kronik iskemide E dalga hızının azalması en önde gelen bulgu iken, akut iskemide ise S dalga hızı azalması daha belirgindir⁽¹⁵⁾.

Diyastazis evresi: Bu evrede sol atriyum ve sol ventrikül basınçları hemen hemen eşittir, atriyo-ventriküler basınç farkı ortadan kalkmıştır ve pulmoner venlerden sol atriyuma gelen kanın sol ventriküle akması ile ilave sol ventrikül doluşu gözlenir. Bu evre, diyastolik doluş periyodu nisbi olarak uzun ise görülür.

Geç doluş evresi: Sol atriyal kasılma yeni bir mitral giriş basınç farkı oluşturarak, diyastazis evresinde yarı açık konuma gelen mitral yaprakçıkları tekrar açarak, geç diyastolde kanın atriyumdan ventriküle geçişini sağlar. Bu dönem geç doluş evresi olarak adlandırılır ve normal kalplerde tüm sol ventrikül doluşunun % 15-20' si bu dönemde gerçekleşir. EKG'de P dalgasından sonra gelen bu dönem pulse dalga doku doppler incelemesinde saptanan ikinci negatif dalga olup A dalgası olarak adlandırılır^(15,24). Atriyal kasılmanın olmadığı atriyal fibrilasyon varlığında bu dalga ortadan kalkar.

A dalgasının orijini hakkında yeterli ve kesin deliller bulunmamakla birlikte, Pai ve ark⁽³³⁾ miyokardiyal A dalgasının, mitral giriş A dalgasından önce oluştuğunu bildirerek atriyal kasılmanın, A dalgasının oluşumunda tek başına belirleyici olmadığı, sadece oluşumuna katkı sağladığını ileri sürmüşlerdir. Elastik recoilün azalması veya miyokardiyal sertliğin artması sonucu A dalga hızında artış gözlenmektedir. Normal sağlıklı bireylerde, tüm miyokardiyal segmentlerde E/A dalgalarının oranı her zaman birden büyüktür⁽²⁴⁾.

Sağlıklı insanlarda doku doppler ile yapılan çalışmalarda ventriküllerin ve septumun değişik segmentlerinin heterojen sistolik ve diyastolik akım paternleri gösterdiği saptanmış ve bunun nedeninin miyokardiyal liflerin farklı anatomik dizilişi olduğu söylenmiştir^(33,34). Greenbaum ve ark⁽³⁵⁾, sol ventrikülün sistolik ve diyastolik fonksiyonlarını etkileyen en önemli etkenin bu miyokard fibrillerinin anatomik yerleşimi olduğunu saptamışlar.

Kalbin pompa gücünden sorumlu miyokardiyal kas lifleri longitudinal ve sirkumferansiyel olmak üzere iki farklı gruptan oluşmaktadır:

-Longitudinal lifler: Fibröz apekten fibröz atriyo-ventriküler ringe kadar uzanırlar ve başlıca subendokardiyal, sol ventrikül serbest duvarının subepikardiyal tabakasında ve papiller kaslarda bulunur^(35,36,37). Longitudinal lifler septumda bulunmamaktadır⁽³⁷⁾. Sol ventrikülün longitudinal aksdaki hareketinin temel belirleyicisi subendokardiyal liflerdir. Longitudinal aks boyunca sistolik kasılma ve diyastolik uzama, longitudinal olarak dizilmiş olan sarkomerlerin gevşeme ve kasılması sonucunda meydana gelmektedir⁽³⁾, longitudinal hareket olmazsa apeks hareketsizdir. Erken sistol sırasında longitudinal liflerin kısalması sirkumferansiyel liflerden önce olur ve izovolumetrik kasılma fazı sırasında sol ventrikül kavitesi daha sferik duruma gelir⁽²²⁾.

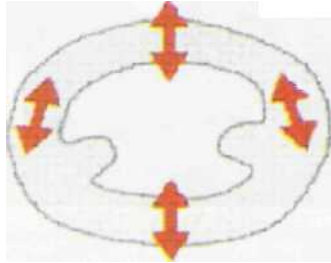
-Sirkumferansiyel miyokardiyal lifler; sol ventrikül serbest duvarının orta tabakasında bulunur. İnterventriküler septumda büyük miktarda görülmekte ve özellikle sol ventrikül bazalinde belirgin olan bir sifinkter sistemi oluşturmaktadır^(3,38,39). Sol ventrikülde, sirkumferansiyel lifler longitudinal liflerden daha fazla yer kaplar ve sol ventrikül ejeksiyonunun temel belirleyicisidirler. Sol ventrikül sistolik fonksiyonunda sirkumferansiyel liflere ek olarak longitudinal liflerin kasılması da önemlidir^(35,37).

Miyokardiyal liflerin anatomik düzenlenmesinin fizyolojik bir sonucu olarak bölgesel kasılma ve gevşemenin özel bir heterojenitesi mevcuttur^(37,39,40). Lateral ve posterior bölgelerde miyokardiyal kalınlaşma ve sirkumferansiyel liflerde kısalma, septumdakinden daha güçlüdür ve rölatif olarak bazalden apekse kadar uniformdur. Diğer yandan da septumda, bazalden apekse kadar sirkumferansiyel kasılmada bir artış saptanmıştır^(3,38). Sistolik lateral duvar hızının kendine özgü bu

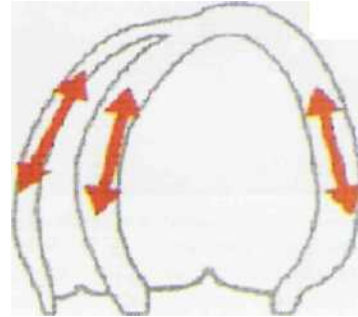
özelliği, lateral duvarda bol miktarda bulunan ve septumda neredeyse bulunmayan longitudinal miyokardiyal liflerin kasılmasından kaynaklanmaktadır. Sistolde, bu liflerin kasılması, ventrikül kavitesinin küçülmesinden sorumludur. Bu nedenle longitudinal aks kısalmasına lateral duvarın katkısı esastır^(17,25,33,41). Septumda sirkumferansiyel liflerin daha fazla bulunmasından dolayı sistolik hız diğer duvarlardan daha düşüktür^(17,22).

Miyokartda transvers kasılma ilk hareket, uzun aks boyunca kasılma ise ikinci harekettir. İskemiden ilk olarak subendokardiyal yerleşimli olan longitudinal lifler ve bunun sonucu olarak da uzun aks boyunca olan bazal segment hareketi etkilenir⁽⁴²⁾.

radial



longitudinal



sirkumferansiyal

Şekil 2 : Doku doppler inceleme ile myokardın longitudinal,radial ve sirkumferansiyal plandaki hareketine ait hızlar ölçülebilir⁽²⁾.

DOKU DOPPLER EKOKARDİYOĞRAFI:

Ekokardiyografi; ultrasonik ses dalgalarının kullanılarak kalbin yapı ve fonksiyonunun elde edilen görüntüler ve kayıtların kullanılarak değerlendirilmesi anlamına gelir.^(6,44)

Tanım olarak ultrason, insanın duyabileceğinden daha yüksek frekanlı (20.000 devir/sn'nin veya Hertz'in üzerinde) bir ses enerjisi olup ışık da olduğu gibi kırılma ve yansıma kurallarına uyar ve bu nedenle tanısız inceleme amacıyla kullanılabilir. Ultrasonun en önemli avantajı işitilebilir sesin aksine istenilen yere çok kolayca bir ses dalgasının gönderilebilmesi, kırılma ve yansıma kanunlarına uyuşu ve çok ufak cisimler tarafından bile yansıtılabilmesidir. Ultrasonun başlıca dezavantajı ise, gaz ortamlarda ilerlemesinin çok güç oluşudur. Örneğin, havadan(akciğer dokusu) ses dalgalarının geçip ilerlemesi olanaksızdır. Ayrıca kemik, kalsiyum ve metal(prostetik kapaklar) gibi cisimler enerjinin hemen hepsini yansıtıktıklarından incelemeyi güçleştirirler^(6,44,45). Ekokardiyografi cihazı ile dokulara gönderilen ses dalgalarından yansıyan dalgalar(eko) toplanır. Bu yansıyan dalgalardan sırasıyla amplitüdüne göre A-mod, mesafe ve hareketine göre M-mod, çok sayıda yansıma noktalarının birleştirilmesiyle B-mod (iki boyutlu) görüntüler elde edilir⁽⁴⁶⁾.

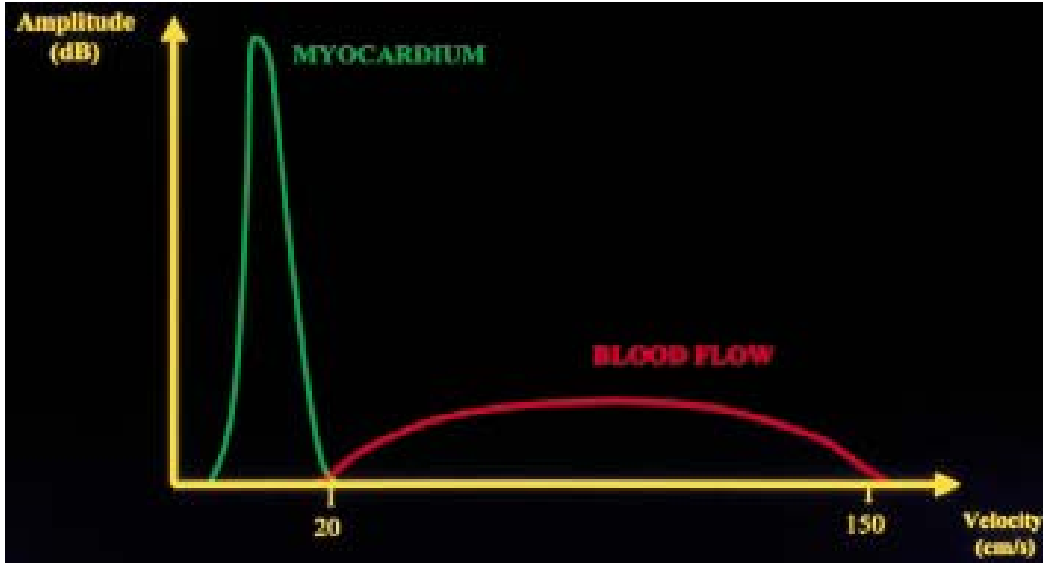
İki boyutlu ekokardiyografinin çalışma prensibi, anatomik yapıları incelemek üzere yansıyan ultrason sinyallerinin analizine, doppler tetkikleri ise yansıyan ultrason sinyallerinin frekans değişiminin analizine dayanmaktadır. Doppler inceleme yöntemlerinde inceleme alanı kan akımının hızı, yönü ve paterni olup birincil inceleme hedefi eritrositlerdir. Doppler inceleme yöntemlerinde bizzat alan değil akım hızı kaydedilir^(7,47).

Ekokardiyografi günümüzde kardiyoloji kliniklerinde elektrokardiyografiden sonra en çok kullanılan ikinci girişimsel olmayan yöntemdir. Ventriküllerin sistolik ve diyastolik fonksiyonlarının değerlendirilmesinde ise en çok kullanılan laboratuvar incelemesi olmaya devam etmektedir. Tüm tıp alanındaki gelişmelere paralel olarak son yıllarda ekokardiyografide de önemli ilerlemeler kaydedilmiş, yeni teknikler(pulse ve renkli doppler ekokardiyografi, doku doppler ekokardiyografi, strain ve strain rate inceleme, üç boyutlu ekokardiyografi) geliştirilmiştir.

Doku doppler ekokardiyografik görüntüleme de son zamanlarda kullanıma giren, oldukça yeni ve popüler bir ekokardiyografik tekniktir. Rutin klinik uygulamada henüz yeterli kullanılsa da ventriküllerin global veya bölgesel sistolik ve diyastolik fonksiyonlarının değerlendirilmesinde kullanılabilecek bir tekniktir.

Doku doppler görüntüleme (DDG) doppler prensibine dayalı girişimsel olmayan kardiyak inceleme tekniğidir. Geleneksel pulsed dalga dopplerin modifiye şeklidir^(2,48). İlk kez 1989 yılında Isaaç ve arkadaşları tarafından sol ventrikül posteriyor duvar hareketlerinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılmıştır⁽³⁾. 1992 yılında Mc Dicken ve ark. tarafından klinik kullanıma sokulmuştur⁽³⁸⁾. DDG ile ventriküllerin global veya bölgesel, sistolik ve diyastolik fonksiyonları kantitatif olarak değerlendirilmesi mümkündür⁽⁴⁹⁾.

Doppler prensibine göre, hareket halindeki hedefe (kan, miyokard vb) gönderilen ultrasonik dalgalar, hedefin yüzeyi tarafından frekansı değiştirilerek yansıtılırlar. Gönderilen ve yansıyan dalga frekansları arasındaki fark doppler şifti olarak adlandırılır. Doppler şifti hedefin hareket hızı ile doğru orantılıdır. Miyokardın yansıtıcı özelliği kandan daha yüksek (yaklaşık 40 desibel) olup düşük doppler şiftine neden olur. Daha az yansıtıcı olan kan ise yüksek doppler şifti meydana getirir. Kanın hareket hızı miyokardan 10 misli daha fazla olup miyokardın hareketi düşük frekanslı yüksek amplitüdü, kanın hareketi ise yüksek frekanslı düşük amplitüdü sinyaller oluşturur^(2,39,47,50). Geleneksel pulsed dalga doppler sisteminde hedef kan akımıdır ve miyokard'dan yansıyan yüksek amplitüdü, düşük frekanslı doppler sinyalleri filtreler kullanılarak elimine edilir. DDG tekniğinde ise düşük frekansları elimine eden filtreler kaldırılıp kazanç azaltılarak miyokarda veya annulusa ait hareketler görüntülenir^(51,52,53). DDG ile ölçülen hızlar, dijitalize M-mod ölçümleri ile güçlü korelasyon gösterir. Ancak dijitalize M-mod tekniğide ölçümler zaman alıcıdır, tekrarlanabilirliği ve zamansal çözünürlüğü daha düşüktür^(51,54). DDG göğüs duvarı attenuasyonundan daha az etkilendiğinden ölçümler suboptimal ekojenitede bile gerçekleştirilebilir⁽⁵⁵⁾(Şekil 3).



EKİL 3 : Pulse dalga doppler ekokardiyografide miyokard ve kan akımına ait hareketin hız (velocity) ve amplitüdü⁽¹³⁸⁾.

Doku doppler görüntülemenin avantajları; Transduser ile incelenen bölge arasındaki dokulardan minimal etkilendiği için kötü iki boyutlu görüntülere rağmen iyi doku doppler sinyalleri alınabilir. Hareket halindeki bir dokunun üç dinamiğini oluşturan hız, ivme ve yer değiştirme DDG ile kantitatif olarak ölçülebilir. Pulse dalga DDG'nin yüksek zamansal çözünürlüğü sayesinde hem sistolik hem de diyastolik hemodinamik parametreler kantitatif olarak analiz edilebilir. Miyokardın hem global ve hem de segmental sistolik ve diyastolik fonksiyonu kantitatif olarak değerlendirilebilir. DDG'e ön yük değişikliklerinden fazla etkilenmez^(2,5,31,33).

Doku doppler incelemenin dezavantajları; Farklı segmentlerden aynı anda kayıt alınması, miyokardiyal doppler hızları kalbin translasyon hareketi ve komşu segmentlerin "tethering" (akinetik segmentin normal komşu segmentin hareketinden etkilenmesi, itme-çekme etkisi) etkisinden etkilenebilmesi, kalbin rotasyonel hareketinden etkilenmesi ve açı bağımlı olmasıdır^(31,34,53).

DDG'de ölçülen hızlar kalbin translasyonel hareketinden etkilenir. Parasternal kısa aks incelemede kalbin transdüsere doğru translasyonel hareketi, septumda ölçülen hızların olduğundan daha düşük, posteriyor duvarda ölçülen hızlarının ise daha yüksek bulunmasına neden olur. Apeks nisbeten sabit olduğu için apikal incelemelerde yapılan ölçümlerde translasyonun etkisi en azdır. Perikardiyektomi, sağ ventrikül volüm yüklenmesi, sol dal bloğu translasyonun etkisini arttırabilir⁽⁵¹⁾.

DDG'de itme-çekme etkisi ile komşu segmentler birbirini etkiler. Akinetik bir segment komşu normal segmentin çekmesiyle hareket edebilir, komşu normal segmentin hızı ise buna bağlı olarak azalmış bulunabilir. Miyokardiyal hız gradiyenti ve strain rate inceleme, translasyon ve itme-çekme etkisinden bağımsızdır^(3,5).

Ölçümler yapılırken örnekleme volümünün ölçülen bölgeye uygun şekilde yerleştirilmesi önemlidir. Annuler ölçümlerde örnekleme volümünün atriyal veya ventriküler tarafa kayması özellikle A hızını etkilemektedir. Örnekleme volüm değişikliklerinin 1.5-5 mm aralığında olmasının ölçümlerde değiştirmedeği gösterilmiştir⁽⁵⁶⁾. Kalbin solunumla ilgili hareketine bağlı olarak örnekleme volümü yer değiştirebilir. Standardizasyon için ölçümlerin ekspirasyon sonrası apne döneminde yapılması⁽⁵⁷⁾ ve spektral ayrışımın optimal olması için kayıtlar 50-100 mm/s kayma hızında alınması⁽²⁾ önerilmektedir.

Diğer doppler tekniklerinde olduğu gibi incelenen segmentin hareketinin yönü ile doppler kursorü birbirine paralel olmalıdır. Aralarındaki açının 20 derecenin üzerine çıkması durumunda ölçülen değerler normalden daha az bulunur. Zaman aralıklarının ölçümü ise açıdan bağımsızdır^(2,31,53). Translasyonun etkilerinden ve doppler kursorünün açılanmasından kaçınmak için apikal akustik pencerelerin kullanılması önerilmektedir⁽³⁴⁾.

Apeks kalp siklusu boyunca nispeten sabittir ve kalbin bazali sistol sırasında uzun eksende apekse doğru, diyastolde ise tersi yönde hareket eder. Apikal dört boşluk, iki boşluk pencerelerinden miyokardiyal sistolik ve diyastolik hızlar bölgesel olarak saptanabilir. Çok düşük hızların elde edildiği apikal segmentlerin değerlendirilmesi ise güçtür^(12,53).

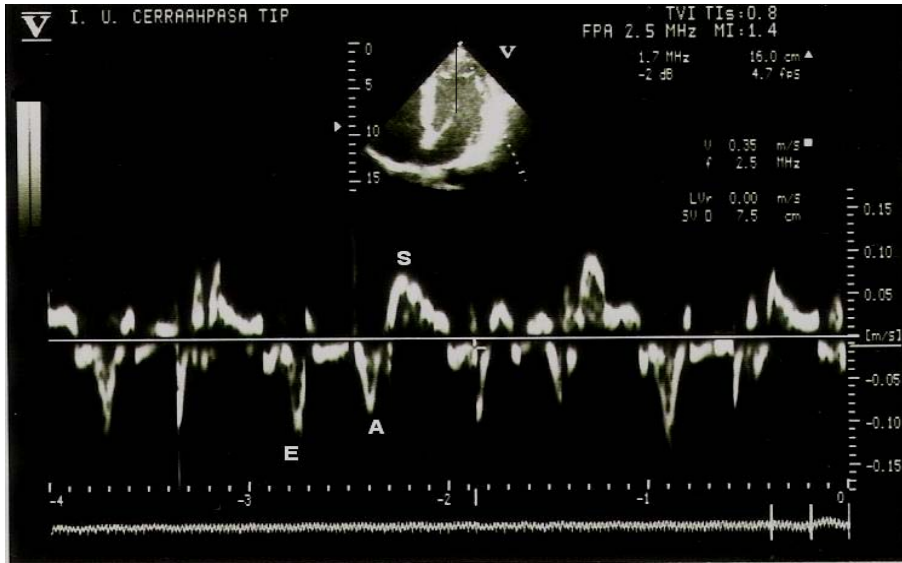
Yaşın ilerlemesi ile birlikte subendokardiyal ve subepikardiyal kollagen miktarının artışına bağlı miyokard dokusu sertleşmekte ve gevşeme yeteneği azalmaktadır. Bu durum mitral giriş akımına ait E hızında azalma, A hızında artış ve E/A oranında azalmaya neden olmaktadır. Ohte ve ark.⁽¹³³⁾ yaptıkları bir çalışmada, renkli M-mod doku doppler ile saptanan anuler E hızının, anormal gevşeme örneğini, yaşlanmaya bağlı gevşeme bozukluğu örneğinde ayırmada kullanılabileceğini söylemişlerdir.

DDG tekniğinde veriler iki türde elde edilir: Spektral pulsed dalga DDG ve Renkli DDG (2-boyutlu veya M-mod).

Spektral pulse dalga doppler tekniği yüksek zamansal ve hız aralığı çözünürlüğüne göstermektedir. Renkli doku doppler tekniği ise yüksek uzaysal ancak düşük zamansal ve hız aralığı çözünürlüğüne sahiptir. Renkli doku doppler ile ölçülen değerler ortalama hızları yansıdığından spektral pulse dalga doku doppler ile elde edilen değerlerden daha düşük saptanmaktadır⁽³¹⁾.

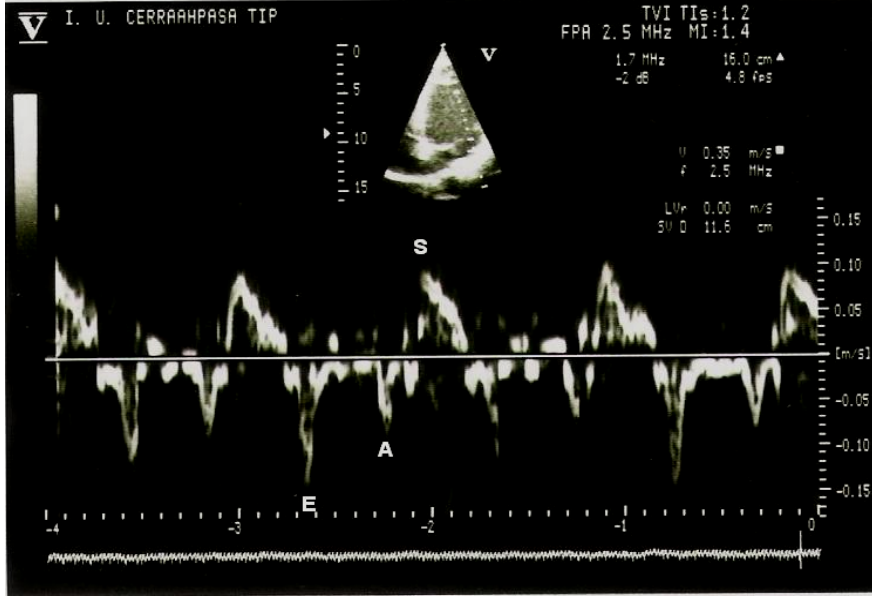
Spektral pulse dalga DDG' de geleneksel pulsed dalga doppler tekniğinde olduğu gibi ölçümler için belirli miyokard alanları kullanılır. Örnekleme volümünün yerleştirildiği segmente ait sistolik ve diyastolik hareket hızları ve zaman aralıkları elde edilir. Tekniğin zamansal çözünürlüğü yüksektir(6-8 ms)⁽⁵⁸⁾. Ancak endokardiyal ve epikardiyal harekete ait hızların ayrı ayrı ölçülememesi nedeniyle konumsal çözünürlüğü düşüktür.

Apikal incelemelerde longitudinal (uzunlamasına) harekete ait; parasternal kısa aks ve parasternal uzun aks incelemelerde ise radyal (enine) harekete ait sistolik ve diyastolik hızlar bölgesel olarak ölçülür^(2,5)(Şekil 2). Buna göre apikal incelemelerde; anterior septum, posterior, anterior, inferior, posterior septum ve lateral duvarlar; bazal, mid ve apikal segmentlere ayrılarak longitudinal hareket değerlendirilir. Parasternal uzun aksda ise; anterior septum ve posterior duvarların, bazal ve mid segmentlerine ait radyal hareket ölçülür⁽²⁾.



Şekil 4 :Apikal dört boşluk incelemede normal bir olgunun mid lateral duvara ait spektral pulsed dalga doku doppler örneği

Sol ventrikül fonksiyonlarının DDG ile global olarak değerlendirilmesi için sıklıkla apikal dört-boşluk incelemede lateral ve/veya septal annulusa yerleştirilen örnekleme volümünden ölçülen değerler kullanılır(Şekil 5).



Şekil 5 :Apikal dört boşluk incelemede normal bir olgunun lateral anulusa ait spektral pulsed dalga doku doppler örneği

Doppler prensibine göre transdusere doğru olan hareket pozitif, transduserden uzaklaşan hareket ise negatif bir dalga oluşturmaktadır. Buna göre sistole ait sistolik dalga(S), diyastolde ise; diyastolik erken dolum evresine ait erken diyastolik dalga(E) ve atriyal kasılma evresine ait geç diyastolik (A) dalgaları elde edilir. Longitudinal planda sistolde miyokardiyal ve annular segmentler transdusere yaklaştığı için S dalgası pozitif, diyastolde ise transduserden uzaklaştığı için E ve A dalgaları negatiftir. Ayrıca bazı segmentlerde izovolümik kasılma ve izovolümik gevşeme evresine ait kısa süreli tekyönlü veya iki yönlü dalgalar izlenir. Bu dalgaların longitudinal ve radyal hareketin zamanlaması ve ventriküller arası etkileşimle ilgili olabileceği düşünülmektedir⁽⁴²⁾. Bölgesel izovolümik gevşeme zamanı miyokardiyal segmentler arasında farklılık gösterir ve global izovolümik gevşeme zamanından daha kısa sürelidir⁽¹²⁾. Diyastazis evresinde ise kanın yerçekimine bağlı ventriküle dolması küçük negatif bir dalgaya neden olabilir.

Erken dolum evresi miyokardın gevşemesini gerektiren aktif bir süreçtir, dolayısıyla E dalgası geleneksel pulsed dalga doppler ile elde edilen mitral giriş akımına ait erken diyastolik dalga (E_m) ile birlikte veya ondan hemen önce başlar ve daha geç sona erer⁽³³⁾. Geç diyastolik miyokardiyal hareket ise atriyal kasılmaya bağlı pasif bir olaydır. Bu nedenle A dalgası mitral giriş akımına ait geç diyastolik dalgadan (A_m) daha sonra başlar.

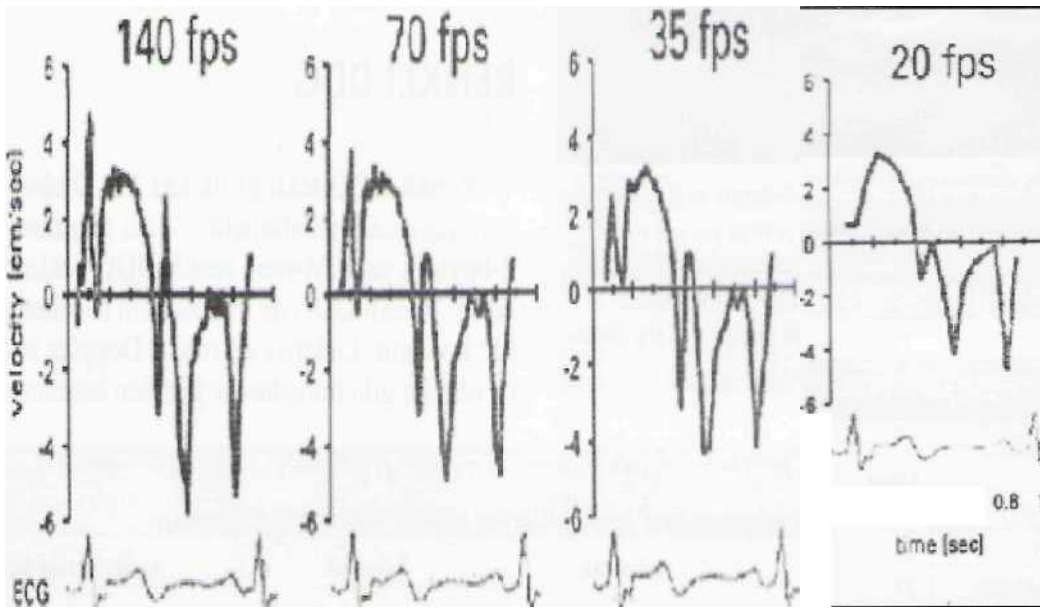
Bol miktardaki longitudinal yerleşimli kas lifleri nedeniyle en yüksek sistolik ve erken diyastolik hız lateral duvardan ölçülür⁽⁵⁹⁾. Septumda erken diyastolik hız en düşüktür. Bu durumun septumdaki miyokard liflerinin longitudinalden çok sirküler yerleşimli olması ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Bazal segmentlerden apikale doğru ilerledikçe sistolik ve diyastolik hızlar azalır. Apeksde ise hareket yoktur veya minimaldir Mitral annuler kalsifikasyon, prostetik halka, prostetik kapak, annuler hızların sağlıklı ölçümünü engellemektedir⁽⁶⁰⁾. Yaşla birlikte sol ventriküle ait sistolik ve erken diyastolik longitudinal hızlar azalır. Geç diyastolik hızda ise yaşla birlikte kompanzatuvar bir artış izlenir. Kadınlarda erkeklere göre daha düşük longitudinal sistolik hızlar ölçülür.(12)

2-boyutlu renkli DDG'de duvar hareketleri anında görsel olarak değerlendirilebilir. Diğer bir yaklaşım da 2-boyutlu görüntülerin hafızaya alınarak daha sonra kantitatif olarak değerlendirilmesidir. Rekonstrükte spektral pulsed dalga DDG adı verilen bu yöntem ile ölçülen sistolik ve diyastolik hızlar ortalama hızlardır ve spektral pulsed dalga DDG ölçümlerinden %14 daha düşüktür⁽⁶¹⁾. Spektral pulsed dalga DDG'den farklı olarak, tek bir görüntü üzerinde birden fazla segmente ait ölçümler yapılabilir.

Renkli DDG tekniği ilk kez Mc Dicken ve arkadaşlarınca tariflenmiştir⁽³⁸⁾. Bu teknikte veriler 2-boyutlu yada M-mod renkli DDG şeklinde elde edilir. Renkli DDG de miyokardın hareketleri renkle kodlanır. Geleneksel renkli doppler tekniğinde olduğu gibi transdusere yönelen hareket kırmızı, transduserden uzaklaşan hareket mavi renkle kodlanmaktadır. Hız arttıkça renk tonu parlaklaşır.

Normalde endokard epikarddan daha hızlı hareket ettiği için endokard ile epikard arası fizyolojik bir hız gradiyenti vardır. Konumsal çözünürlüğü yüksek olan renkli DDG ile miyokardiyal hız gradiyenti ölçülebilmektedir. Miyokardiyal hız gradiyenti iki noktanın birbirine göre göreceli hareketidir. İki nokta arasındaki hız farkının aradaki mesafeye bölünmesi ile elde edilir. DDG'nin sınırlamaları olan itme-çekme etkisi ve translasyondan etkilenmez⁽⁶²⁾.

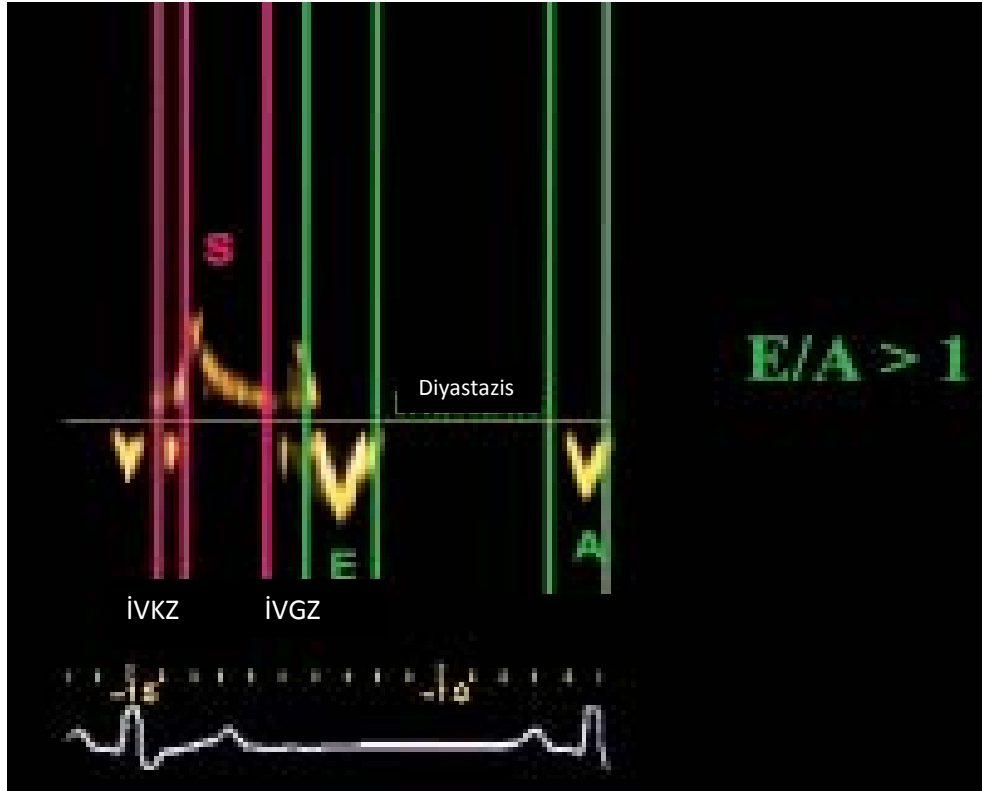
DDG'de ölçümlerin sağlıklı olarak yapılabilmesi için verilerin yüksek frame sayısında toplanması gereklidir. Düşük frame sayısı ile toplanan verilerin zamansal çözünürlüğü düşüktür. Bu verilerde izovolümik kasılma gibi hızlı ve kısa süreli hareketler değerlendirilemez. İdeali 120-140 frame/sn dir⁽³⁹⁾(Şekil 6).



Şekil 6 : DDG de verilerin düşük frame sayısında toplanması kısa süreli hareketlerin görüntülenmesini engeller. Frame sayısı 20/s altında olduğunda izovolümik relaksasyon ve izovolümik kontraksiyon dalgası görüntülenemez⁽²⁾.

DOKU DOPPLER GÖRÜNTÜLEME İLE DİYASTOLİK FONKSİYONLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doku doppler ekokardiyografı ile saptanan diyastolik, miyokardiyal veya anuler doku doppler trasesi, mitral giriş akımının ayna hayali şeklindedir. İlk hız piki erken miyokardiyal doluş hızını (Em), ikinci hız piki ise geç miyokardiyal doluş hızını (Am) yansıtmaktadır.



Şekil 7 : Normal bir olgunun pulsed dalga DDG ile sistolik(S, ivkz) ve diyastolik (E, A, ivgz) hızları. ivkz : izovolumik kasılma zamanı, ivgz : izovolumik gevşeme zamanı.

DDG ventriküllerin diyastolik fonksiyonlarının bölgesel veya global olarak değerlendirilmesi mümkündür. Mitral kapak lateral annulustan ölçülen erken diyastolik hız sol ventrikülün global diyastolik fonksiyonunun bir göstergesidir. Gevşemenin girişimsel parametresi olan gevşeme zaman sabitesi (Tau) ile iyi bir korelasyon gösterir⁽⁶³⁾. Gevşeme bozukluğunda erken diyastolik hız 8 cm/sn altına iner⁽²⁾.

Global diyastolik fonksiyonu yansıtan mitral giriş akım pulsed dalga doppler hızları henüz değişmemişken DDG ile bölgesel diyastolik fonksiyon bozukluğu saptanabilmektedir^(64,65). Diyastolik fonksiyon bozukluğu ilk olarak septumu etkilemektedir. Erken diyastolik anuler hız yaşla birlikte azalır, 60 yaşından sonra $E/A < 1$ olmaktadır. Bu azalma septumda daha erken dönemde yaklaşık 40-50 yaşlarında meydana gelmektedir⁽⁶⁶⁾ Mitral akım pulse dalga dopplerde olduğu gibi gevşeme bozukluğunda DDG'de E akım hızı azalır, $E/A < 1$, İVRZ ve E deselerasyon zamanı uzar. DDG de E akım hızı diyastolik fonksiyon bozukluğun ilerlemesi ile mitral giriş akım E_m hızında olduğu gibi normalize olmaz, giderek azalır. Restriktif dolum örneğinde E akım hızı daha da azalmış olarak ölçülür^(2,5).

Kalp yetersizlikli olguların yarıya yakınından, izole diyastolik fonksiyon bozukluğu sorumlu tutulmaktadır. Diyastolik fonksiyon bozukluğu iskemik kalp hastalığı, hipertansiyon ve kapak hastalıklarının patofizyolojisinde önemli bir yer tutmaktadır. Ekokardiyografi diyastolik fonksiyon bozukluğunun değerlendirilmesinde sıklıkla başvurulan girişimsel olmayan bir yöntemdir. Bu değerlendirme mitral giriş akımının geleneksel pulsed dalga doppler incelemesi ile yapılmaktadır. Ancak geleneksel pulsed dalga doppler tekniği ön yük değişikliklerinden etkilenir. Diyastolik fonksiyon bozukluğunun derecesinin ilerlemesi ile ön yük artışına bağlı olarak mitral giriş akımına ait pulsed dalga doppler ölçümleri normalize olmakta diğer bir deyimle yalancı normal dolum örneği oluşmaktadır. Bu durumda pulmoner venöz akımların incelenmesi faydalı olabilir ancak bu akımlar her olguda net olarak elde edilemez. Yalancı normal dolum örneğinin gerçek normal dolum örneğinden ayırımında diğer bir yaklaşım ise valsalva manevrasıdır. Manevranın sağlıklı yapılabilmesi için hasta uyumu gerekir. Genel durumu iyi olmayan veya entübe hastalarda manevra gerçekleştirilemez. Bu durumda başvurulabilecek diğer bir yöntem de DDG'dir. DDG ile ölçülen E akım hızı diyastolik fonksiyonun ilerlemesi ile giderek azalır. Yalancı normal dolum örneğinde mitral giriş akımı geleneksel pulsed dalga doppler trasesinde E_m hızındaki kompensatuvar artışa bağlı $E_m/A_m > 1$ bulunur. Oysa DDG ile elde edilen E akım hızı diyastolik fonksiyon bozukluğunun ilerlemesi ile giderek azaldığı için $E/A < 1$ bulunur

DDG ile ölçülen erken diyastolik annular hızın, özellikle sol ventrikül fonksiyon bozukluğulu olgularda ön yük değişikliklerinden konvansiyonel pulse dalga doppler'e göre daha az etkilenmektedir⁽⁶⁷⁾. Ancak son zamanlarda yeni yapılan çalışmalar ışığında DDG'nin ön yükten etkilenip etkilenmediği konusu sorgulanmaya başlanmıştır^(68,69,70). DDG konvansiyonel pulsed.dalga doppler kadar olmamakla birlikte ön yük bağımlıdır. Özellikle sağlıklı kalplerde DDG diyastolik hızları önyükten daha çok etkilenir⁽⁷¹⁾.

DDG sol ventrikül dolum basıncının tahmininde de kullanılabilir. Geleneksel pulsed dalga doppler ile ölçülen mitral giriş E_m akım hızı, hem gevşeme hem de sol atriyal basınçtan etkilenmektedir. DDG ile ölçülen E akım hızı ise sol ventrikül gevşemesinin güvenilir bir indeksidir. Teorik olarak gevşemenin etkisi için düzeltme yapıldığında; E_m/E oranı sol atriyal basıncı yansıtır^(72,73). Dolayısıyla E_m/E oranı girişimsel olarak saptanan sol ventrikül dolum basıncı ile iyi bir korelasyon gösterir⁽⁷⁴⁾. Mitral akım E_m dalgası deselerasyon zamanı ve E_m/A_m oranı sol ventrikül dolum basıncının tahmininde kullanılabilir⁽⁷⁵⁾. Ancak sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu korunmuş olgularda bu parametreler (ejeksiyon fraksiyonu $>50\%$) yanlış sonuç vermektedir⁽⁷⁶⁾. E_m/E oranı ise ejeksiyon fraksiyonundan bağımsız olarak sol ventrikül diyastol sonu basıncı ile koreledir. $E_m/E \geq 15$ olması $\% 100$ özgüllük ile sol ventrikül dolum basıncının yüksek (> 15 mm Hg) olduğuna işaret etmektedir. $E_m/E < 8$ olması ise $\%85$ özgüllük ile sol ventrikül dolum basıncının normal (<10 mmHg) olduğunu göstermektedir⁽⁷⁷⁾.

Yaşlılarda da sol ventrikül diyastol sonu basıncı normal olduğu halde $E_m/E > 10$ bulunabilmektedir⁽⁷⁸⁾. Sol ventrikülün erken dolum evresinde güçlü emme etkisine bağlı olarak sağlıklı genç insanlarda mitral akım geleneksel pulsed dalga doppler trasesinde restriktif dolum örneği görülebilir. Bu olgularda patolojik restriktif dolumdan farklı olarak DDG'de de E akım hızı azalmamıştır ve E_m/E oranı normal sınırlardadır.

E hızı ve E_m/E oranı hem kardiyak hastalığı bulunanlarda hem de sağlıklı olanlarda kardiyak mortalitenin öngördürücüsüdür⁽⁷⁹⁾. Mitral annuler geç diyastolik hız(A) sol ventrikül diyastol sonu basıncı ile ters ilişki gösterir. A hızının <5 cm/s olmasının kalp yetmezliği nedeniyle hastaneye yatışlar ve kardiyak ölümün öngördürücüsü olduğu gösterilmiştir⁽⁸⁰⁾.

Sol ventrikül gevşeme bozukluğunda pulsed dalga DDG ile mitral giriş akımı doppler hızlarında olduğu gibi E akım hızı azalmakta, A akım hızı artmakta, E/A oranı tersine dönmekte, deselerasyon zamanı ve İVRT uzamaktadır⁽⁵³⁾.

DİYASTOLİK FONKSİYON BOZUKLUĞUNUN EVRELERİ

Uzamış Gevşeme (Evre-1) : Uzamış gevşemeye neden olan tipik örnekler; sol ventrikül hipertrofisi, hipertrofik kardiyomiyopati ve miyokard iskemisi. Uzamış gevşeme örneğinde İVGZ ve deselerasyon zamanı(DZ) uzar. E hızında azalma, A hızında artma olur ve E/A oranı 1 den küçüktür.(Şekil-8a,b). A hızındaki artma atriyum katkısının arttığının

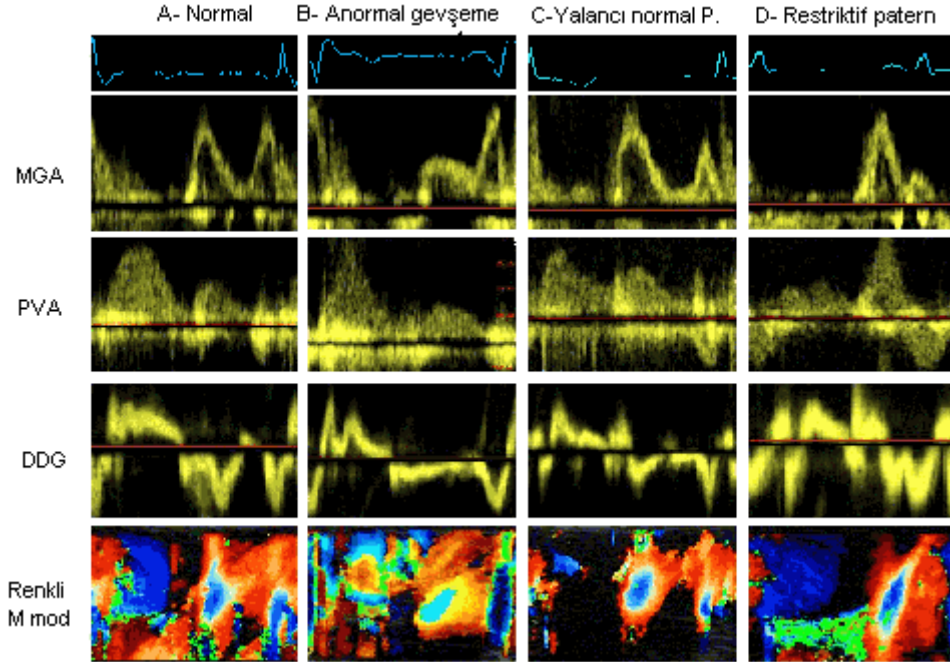
göstergesidir. E/A oranı 1 den küçük olduğunda daima bozulmuş ve uzamış gevşeme vardır, ancak ileri yaş için bu durum fizyolojiktir(Şekil 8_a, 8_b). Uzamış gevşeme örneğinde pvd (pulmoner ven diyastolik dalgası) da, E dalga hızı gibi azalır, pvs(pulmoner ven sistolik dalgası) ise artar pvs/pvd oranı artar. Pva dalga hızı ve süresi genellikle normaldir, ancak sol ventrikül diyastol sonu basıncı yükseldiğinde artmaya başlar(Şekil 9). Kalp kateterizasyonu ile eş zamanlı yapılan çalışmalarda, sol ventrikül diyastol sonu basıncı bu evrede normal değerlerde bulunmuştur⁽⁸¹⁾.

Psödonormal Patern (Evre 2): Uzamış gevşeme örneğinin görüldüğü grade 1 diyastolik fonksiyon bozukluğundan daha ileri diyastolik fonksiyon bozukluklarına geçişte, mitral giriş akım pulsed dalga doppler analizinde , normal diyastolik doluş örneğine benzeyen kayıtların alındığı bir dönemle karşılaştırılır. E_m/A_m oranı 1 ile 1,5 arasındadır ve DZ (deselerasyon zamanı) normaldir (160- 200). Bu durum sol atriyum basıncındaki orta düzeyde olan artışın, gevşeme bozukluğuna eklenmesi ile oluşur. Burada yalancı normal örnekte sol ventrikül(SV) doluş basıncı normalin üst sınırlarını aşmış olup genelde bu değer 15 mmHg'nın üstü olarak belirlenmiştir⁽⁸²⁾ (Şekil 8_a, 8_b).

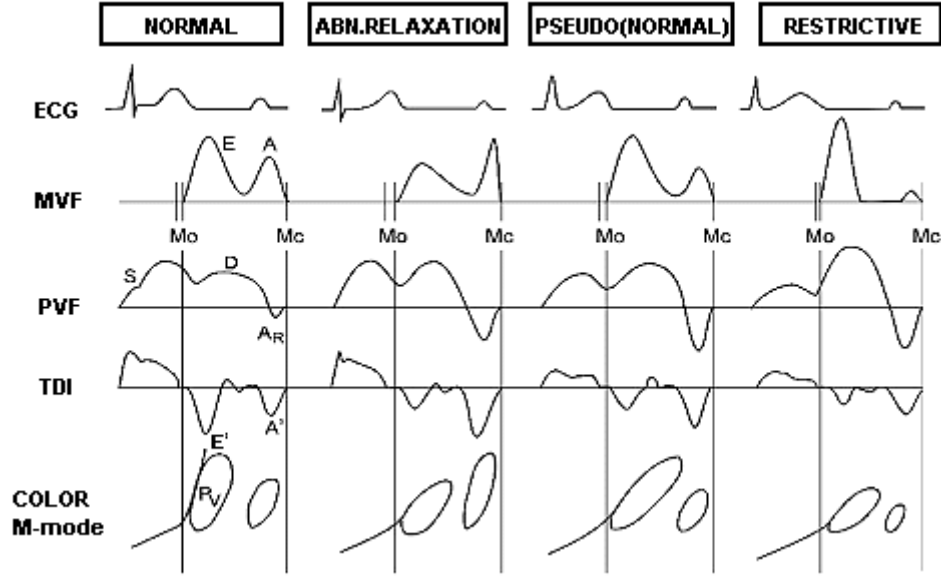
Yalancı normal örneğin, normalden ayrılması oldukça önemlidir. Bu noktada en önemli yardımcılardan biri pulmoner ven akımı pulsed dalga doppler eğrisidir. Sol atriyum doluş basıncındaki artma durumunda pvs dalga hızı azalır, pvd dalga hızı artar ve pvs/pvd oranı tersine döner. Pva dalga hızında artma ve süresinde uzama olur. Hastalarda SV anormal boyutları, sistolik fonksiyon bozukluğu veya artmış duvar kalınlığı ile birlikte tespit edilen normal E_m/A_m oranı sol atriyum basıncı ile maskelenen bozulmuş gevşemeden şüphelenmemizi sağlayabilir.

Ayrıca ayırımın yapılabilmesi için ön yükü düşürücü veya yükseltici çeşitli testler geliştirilmiştir. Valsalva manevrası ve nitrogliserin,yalancı normal örnekte altta yatan sol ventrikül gevşeme bozukluğunu ortaya çıkarabilir. E_m hızında anlamlı derecede düşme olur, A_m hızında düşme olmaz veya artma vardır ve sonuçta E_m/A_m oranı birin altına iner. Böylece yalancı normal örnek uzamış gevşeme örneğine döner. Oysa ki gerçek normal örnekte E_m ve A_m hızlarında birlikte, orantılı bir düşüş meydana gelir ve E_m/A_m oranı 1-2 arasında seyreder.

Geri dönüşümlü restriktif patern (Evre 3): Restriktif diyastolik doluş terimi veya restriktif fizyoloji, restriktif kardiyomyopati'den ayrılmalıdır. Restriktif fizyoloji sol ventrikül kompliyansında azalma ve sol atriyum basıncında belirgin artış yapan herhangi bir kalp hastalığı sonucu görülebilir. Sol atriyum basıncında meydana gelen artış sonucunda mitral kapak daha erken açılır, İVGZ kısalır ve büyük bir başlangıç mitral giriş basınç farkı ile yüksek E hızı gelişir. Erken diyastolik doluş, esneyemeyen sol ventriküle olduğundan erken diyastolik basınç hızlı bir artış gösterir, sol atriyum ve sol ventrikül basınçları erkenden eşitlenir ve bu da kısa bir DZ 'na neden olur. Atriyal kasılma sol atriyum basıncını artırır, ancak A hızı ve süresi kısadır, çünkü sol ventrikül basıncı önceden hızlı bir şekilde yükselmiştir. Sol ventrikül diyastolik basıncı belirgin yükseldiğinde, diyastol ortasında veya atriyal gevşeme anında diyastolik mitral kaçak görülebilir. Sonuçta restriktif fizyoloji; artmış E hızı (> 1 m/sn), azalmış A hızı ($A < E$) ve kısalmış DZ (< 160) ve İVGZ (< 70 msn) ile karakterizedir. Tipik olarak E/A oranı ikiden büyüktür. Bu dönemdeki bulgular testlerle geri çevrilebilir olduğundan geri dönüşümlü restriktif örnek olarak adlandırılır(Şekil 8_a, 8_b).



Şekil 8a : Normal ve diyastolik fonksiyon bozukluğu evreleri. A : Normal, B : Evre 1 diyastolik fonksiyon bozukluğu, C : Evre 2 diyastolik fonksiyon bozukluğu(yalancı normal), D : Evre3-4 diyastolik fonksiyon bozukluğu(Restriktive patern). MGA : Mitral giriş akımı, PVA : Pulmoner ven akımı⁽¹³⁷⁾.



Şekil 8b : Normal ve diyastolik fonksiyon bozukluğu evrelerinin diyagram ile gösterilmiştir. MVF :Mitral giriş akımı, PVF : Pulmoner ven akımı, TDI : Doku doppler görüntüleme mitral anulus hızı ve renkli M mode görünümü(Garcia ve Thomas, Echocardiography 1999;16:501-8).

Geri Dönüşümsüz Restriktif Patern (Evre 4): Mevcut kalp hastalığının ilerlemesi , sol ventrikül kompliyansının daha da azalması ve sol atriyum basıncındaki artış sonucu saptanan bulgular testlere cevap vermez hale gelir. Geri dönüşümsüz restriktif örnek olarak adlandırılan bu dönem evre 4 diyastolik fonksiyon bozukluğunu gösterir. Bu bulgu sol ventrikül sistolik fonksiyon bozukluğuna bağlı olmaksızın kötü prognozun işaretidir ve fonksiyonel kapasite NYHA sınıf 4 ile uyumludur. Restriktif örnekte doluş basıncı çeşitli çalışmalarda 25 mmHg 'nın üzerinde tespit edilmiştir⁽⁸³⁾. Geri dönüşümsüz restriktif örnekte, yüksek sol atriyum basıncı, belirgin olarak azalmış sol ventrikül kompliyansında hızlı ve kısa süreli yükselişe neden olur ve yükselen sol ventrikül basıncı A hızının ileri derecede azalmasına neden olur. Aynı zamanda artmış art yük nedeniyle pva ters akımının kaybolduğuda görülür. Bu dönemde atriyum fibrozuna bağlı atriyum fonksiyon bozukluğu ve atriyal sistolik yetersizlik tespit edilmiştir. Bazen sağlıklı gençlerde hızlı gevşeme ve hızlı emme nedeniyle yüksek sol ventrikül doluş basınçlı restriktif örneği taklit eden örneklere rastlanabilir.

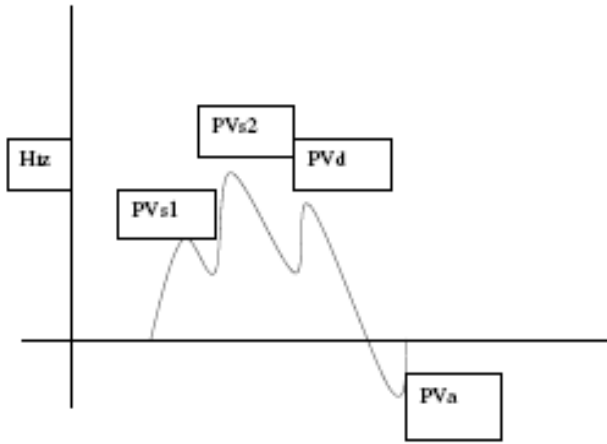
	NORMAL	EVRE -1	EVRE-2	EVRE-3 VE 4
DZ(msn)	160-240	>240	160-240	< 160
İVGZ(msn)	70-90	> 90	< 90	< 70
A süresinin, Pva süresi ile ilişkisi	A > Pva	A>Pva veya A<Pva*	A < Pva	A<Pva
PVs2-PVd ilişkisi	PVs2>PVd	PVs2>PVd	PVs2<PVd	PVs2<<PVd
Sol atriyum orta lama basıncı	N	N	++	+++
E/A	1-2	<1	1-1,5**	>1.5
tau	N	+	+	++

Tablo-1: Değişik diyastolik fonksiyon parametrelerinin normalde ve farklı diyastolik fonksiyon bozukluğu derecelerinde aldığı değerler arasındaki ilişki gösterilmiştir* sol ventrikül diyastol sonu basıncına göre değişir. önyük düşürücü uygulamalarla E/A <1 olur**

Gevşeme zaman sabiti(tau) : İlk kez 1976 da Weiss ve ark. tarafından invaziv olarak ölçülen ve ortaya koydukları bir formüle göre hesaplanan önemli bir diyastolik performansın göstergesidir. Tau izovolümetrik gevşeme periyodu sırasında sol ventrikül basıncının herhangi bir basınç değeri için, o değerin yarısına düşmesine kadar geçen süre olarak düşünülebilir. Dolayısıyla tau, aort kapağın kapanmasından mitral kapağın

açılmasına kadar olan basınç azalma dalgasının herhangi bir noktasından hesaplanabilir. Ard yükten etkilenmesine rağmen ön yükten etkilenmemektedir.

Pulmoner Ven Pulsed dalga dopler incelemesi: Pulmoner ven akımı pulsed dalga dopler eğrisi diyastolik fonksiyon bozukluğunun iyi bir belirleyicisi olup, yalancı normalin, normal örnekten ayrılmasına yardım olmak için kullanılmaktadır^(84,85). Ventriküler doluştan farklı olarak sol atriyal doluş hem sistol de hemde diyastolde olur. Sonuç olarak sağlıklı insanlarda pulmoner ven akımları sistolik(PV_s) ve diyastolik(PV_d) dalgalardan oluşur. Sistolik komponent belki tekrar alt gruplara bölünebilir; erken komponent (PV_{s1} , atriyal gevşemeden) , ve geç komponent (PV_{s2} ,sağ ventriküler sistolünü takip eden pulmoner venöz akımın artışına bağlı). Atriyal kasılmayı takiben sistolik doluş ayrıca sol atriyum kompliansı , ortalama sol atriyum basıncı, sol ventrikül basıncı ve mitral regürjitasyon varlığı ya da yokluğundan da etkilenir^(84,86,87). Diyastolik atriyal doluş(PV_d) pulmoner ven ile sol atriyum arasındaki basınç gradiyenti nedeni ile olur.



Şekil 9 ;Normal pulmoner ven pulsed dalga dopler ile sol atrial doluş örneği

DOKU DOPPLER GÖRÜNTÜLEME İLE SOL VENTRİKÜL SİSTOLİK FONKSİYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ:

Mitral annulusun M-mod ekokardiyografı ile ölçülen longitudinal hareketinin sol ventrikülün global sistolik fonksiyonunu yansıttığı öteden beri bilinmektedir⁽⁸⁸⁾. Bölgesel sol ventrikül sistolik fonksiyonlarının değerlendirilmesi geleneksel olarak endokardiyal içe doğru hareket ve duvar kalınlaşmasının ölçümü ile gerçekleştirilmektedir⁽⁸⁹⁾. Sol ventrikül ejeksiyon fazı esnasında mitral anulusun longitudinal kısalması, sol ventrikül sistolik fonksiyonun global bir göstergesi olarak kullanılmıştır⁽⁹⁰⁾.

DeneySEL ve klinik çalışmalar DDG ile ölçülen sistolik annuler hızın sol ventrikülün global sistolik fonksiyonunun güvenilir bir indeksi olduğunu ortaya koymuştur^(91,92). DDG, M-mod ölçümünden farklı olarak sadece hareketin amplitüdü değil aynı zamanda hızı ve akselerasyonu ile ilgili bilgiler de verir. Endokardiyal sınırların belirlenmesine gerek olmadığı için Simpson metodundan hızlı sonuç verir ve ölçümlerin tekrarlanabilirliği daha iyidir. Gulati ve arkadaşları annuler segmentlerin sistolik hız ortalaması ile sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu arasında anlamlı pozitif ilişki olduğunu ve ortalama sistolik hızın 5.4 cm/sn'nin üzerinde olması, %88 duyarlılık ve %97 özgüllükle ejeksiyon fraksiyonunun %50' nin üzerinde olduğunu saptamışlar⁽⁹³⁾.

Diyastolik kalp yetmezlikli olgularda global sistolik fonksiyonun göstergesi olan ejeksiyon fraksiyonu değişmeden bölgesel sistolik hızlar azalabilir⁽⁹⁴⁾. Hipertansif olgularda global sistolik fonksiyon normal olduğu halde longitudinal sistolik hızları azalmaktadır⁽⁹⁵⁾. Sol ventrikül hipertroflisi ve miyokard iskemisi bulunmayan diyabetik olgularda ejeksiyon fraksiyonu normal olmasına rağmen DDG ile ölçülen longitudinal sistolik hızların azaldığı gösterilmiştir. Radyal sistolik hızlar ise normalden daha fazla bulunmuştur. Muhtemelen longitudinal kontraktiledaki subklinik azalma, radyal kontraktiledaki artışla kompanse edilmektedir^(2,96).

İSKEMİK KALP HASTALIĞINDA DDG

İskemik kalp hastalıklarında diyastolik fonksiyon bozukluğunun sistolik fonksiyon bozukluğundan daha önce ortaya çıktığı ayrıca henüz ventriküllerin global fonksiyonlarının değişmeden bölgesel fonksiyon bozukluklarının ortaya çıktığı bilinmektedir⁽²⁾.

Tennant ve Wiggers'in koroner arter oklüzyonunu takiben sol ventrikülün diskinetik hareketini göstermesinden bu yana, iskemiye bağlı bölgesel miyokardiyal fonksiyonun değerlendirilmesi amacıyla farklı teknikler kullanılmıştır⁽⁹⁷⁾. Miyokard iskemisi veya nekrozuna bağlı oluşan sol ventrikül duvar hareket bozukluğunun değerlendirilmesinde güncel pratikte sıklıkla 2-boyutlu ve M mod ekokardiyografi kullanılmaktadır. Bu amaçla 2-boyutlu ekokardiyografide endokardiyal kalınlaşma ve içe doğru hareket görsel olarak yorumlanır. Endokardiyal içe hareket radyal fonksiyonun bir göstergesidir, longitudinal fonksiyonun ise görsel olarak değerlendirilmesi güçtür. M-mod ölçümleri zaman alıcı ve tekrarlanabilirliği düşüktür. Oysa subendokardiyal bölgedeki longitudinal yerleşimli kas lifleri iskemiye daha hassastır^(2,98). İskemi sol ventrikülün longitudinal hareketini radyal hareketinden daha önce etkilemektedir. DDG ile miyokardiyal İskemi erken dönemde, daha görsel duvar hareket bozukluğu oluşmadan bile saptanabilmektedir.

Koroner arterin akut tıkanması o arterin beslediği miyokard bölgesinde kan akımındaki azalma ile orantılı olarak; S hızı, E hızı ve E/A oranında azalmaya neden olur⁽⁹⁹⁾. Sistolik ve erken diyastolik hız gradiyenti azalır⁽¹⁹⁾. Bölgesel izovolümik gevşeme zamanı uzar. Sistolik hareketin izovolümik gevşeme zamanına doğru devam ettiği görülür. Buna sistol sonrası hareket (postsistolik kısısalma/kalınlaşma) denir ve miyokardiyal kasılmadaki asenkroniyi gösterir. İskemi ortadan kaldırıldıktan sonra sistol sonrası hareket kaybolur, ancak kısa bir süre sonra sersemlemiş (stunned) miyokarda bağlı tekrar ortaya çıkar. Sistol sonrası hareket iskemiye spesifik bir bulgu değildir. Sol ventrikül hipertrofisi, sol dal bloğu ve sol ventrikül volüm yüklenmesi durumlarında da görülebilir. Sistol sonrası hareket miyokardiyal canlılığın bir göstergesi olabilir. Ancak bazı durumlarda ise nekrotik dokudan kaynaklanan pasif bir harekettir. Sistol sonrası hareketin hızı, sistolik hareketin (diskinetik hareket) hızını aşarsa canlılık bulgusu olarak yorumlanabilir^(100,101).

Preinfarktüs angina miyokard infarktüsü sonrası diyastolik fonksiyonların korunmasını sağlamaktadır. Baykan ve arkadaşları infarktüs öncesi angina pektoris bulunan ve bulunmayan olguların DDG ve geleneksel pulsed dalga doppler ile değerlendirmişler ve geleneksel pulsed dalga doppler ile iki grup arasında diyastolik fonksiyon açısından anlamlı

fark olmadığı halde DDG ile diyastolik fonksiyonun infarkt öncesi anginalı olgularda daha iyi olduğunu göstermişlerdir⁽¹⁰²⁾.

Ejeksiyon fraksiyonu gibi, DDG sistolik hızları da önyük ve artyük değişikliklerinden etkilenmektedir⁽¹⁰³⁾. DDG ile ölçülen miyokardiyal izovolümik akselasyonun yüklenme koşullarından etkilenmediğini bildirilmiştir. Ancak miyokardiyal iskemi modelinde izovolümik akselasyonun, bölgesel kontraktileden ziyade global sol ventrikül kontraktilesini yansıttığı gösterilmiştir⁽¹⁰⁴⁾. İskemi ile DDG'de saptanan bir diğer bulguda izovolümik kasılma evresinde görülen baskın pozitif dalganın negatifleşmesidir⁽¹⁰⁵⁾.

Yakın zamanda yapılmış çalışmalarda, doku doppler ekokardiyografide geleneksel mitral akım değişkenlerinin aksine ön yükten kısmen etkilendiği gösterilmiştir⁽¹⁰⁶⁾. Bu nedenle ön yük artışının neden olduğu ve yükselmiş diyastol sonu basıncının eşlik ettiği yalancı normal dolum örneğinin, normal dolum örneğinden ayırımında kullanılabileceği ileri sürülmüştür⁽³⁾.

Garcia-Fernandez ve ark'ının doku doppler ekokardiyografi ile iskemik segment ile normal perfüze segment de, bölgesel E, A, E/A oranı ve izovolümetrik gevşeme zamanı değerlendirmişler, bölgesel E/A oranının birin altına düşmesi ($E/A < 1$) ve bölgesel izovolümetrik gevşeme zamanının uzaması (> 85 msn) DDG'nin iskemiye saptamada sensitivitesi ve spesifitesi sırasıyla %62 ve %72 ile %69 ve %80 bulmuşlardır⁽⁸⁾.

Bach ve ark'nın koroner anjiyoplasti işlemi esnasında 12 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada, akut iskemi süresince miyokardiyal sistolik hız azalmış, reperfüzyon sonrası rebound olarak arttığı gösterilmiştir⁽¹⁰⁾.

Genevieve-Derumeaux ve ark. koroner arter oklüzyonunun 5'inci saniyesinde sistolik hızda ve erken ve geç dalga diyastolik hızlarda azalma olduğunu, oklüzyonun sürmesi halinde, bölgesel miyokard kan akımının azalması sonucunda sistolik hızdaki azalmanın sistolik kısalma ile uyumlu olduğunu saptamışlar⁽⁹⁹⁾.

Edvardsen T. ve ark'nın balon anjiyoplasti ile indüklenen miyokard iskemisinde apikal septumda peak erken sistolik hızda anlamlı azalma olduğunu saptamışlar. İskemik olmayan segmentlerle karşılaştırıldığında iskemik bölgelerde miyokardiyal sistolik hızda anlamlı olarak azalma olduğunu bildirmişler⁽¹⁰⁷⁾.

YÖNTEM VE GEREÇLER:

Hasta Grubu

Çalışmaya 2006 - 2007 tarihleri arasında İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi kardiyoloji ana bilim dalına başvuran ve iskemik kalp hastalığı tanısıyla perkütan koroner girişim uygulanan(perkütan koroner anjiyoplasti+stent veya direk stent) ve çalışma öncesi bilgilendirilerek ve onamları alınan 32 hasta alınmıştır.

. Çalışmadan dışlanma kriterleri ;

- 1- 60 yaşın üzerinde olmak.
- 2- Sol ventrikül hipertrofinin olması.
- 3- Kardiyak hastalık öyküsü(Kapak hastalığı,kardiyomyopati,geçirilmiş miyokard enfarktüsü öyküsü,aritmisi) olması
- 4- Pulmoner hipertansiyon öyküsü olması
- 5- Koroner anjiyografide işlem uygulanmayan damarların herhangi birinde %50'den fazla darlık olması

Hastalardan elde edilen veriler (yaş, cinsiyet ve vucut kitle endeksi, risk faktörleri, rutin laboratuvar sonuçları, koroner anjiyografi bulguları, koroner girişim öncesi ve 6. aydaki ekokardiyografik bulguları) sonradan değerlendirilmek üzere veri kayıt formuna işlendi.

Bütün hastalarda perkütan koroner girişim öncesi ve koroner girişim sonrası 6. ayda ekokardiyografik inceleme EKG monitörizasyonu ile Ving Med marka ekokardiyografi cihazı ile 2,5 MHz prob kullanılarak yapıldı. Hasta sırt üstü yatar pozisyonda veya sol yana yatar şekilde, tüm ekokardiyografik pencerelerden tanısal ekokardiyografik inceleme, iki boyutlu, renkli doppler, pulsed dalga doppler, continuous doppler, pulse dalga doku doppler incelemeleri yapıldı. EKG' de Q dalgasının başlangıcı diyastol sonu olarak kabul edildi.

Parasternal uzun eksenenden elde edilen M-mod kesitlerinden sol ventrikül ölçümleri yapıldı. Apikal 4 boşluk kesitinde sol ventrikül volümü diyastol ve sistol sonunda endokard yüzeyinden çizilerek bulundu. Ekokardiyografi aleti tarafından modifiye Simpson yöntemi ile otomatik olarak ejeksiyon fraksiyonu (EF) hesaplandı.

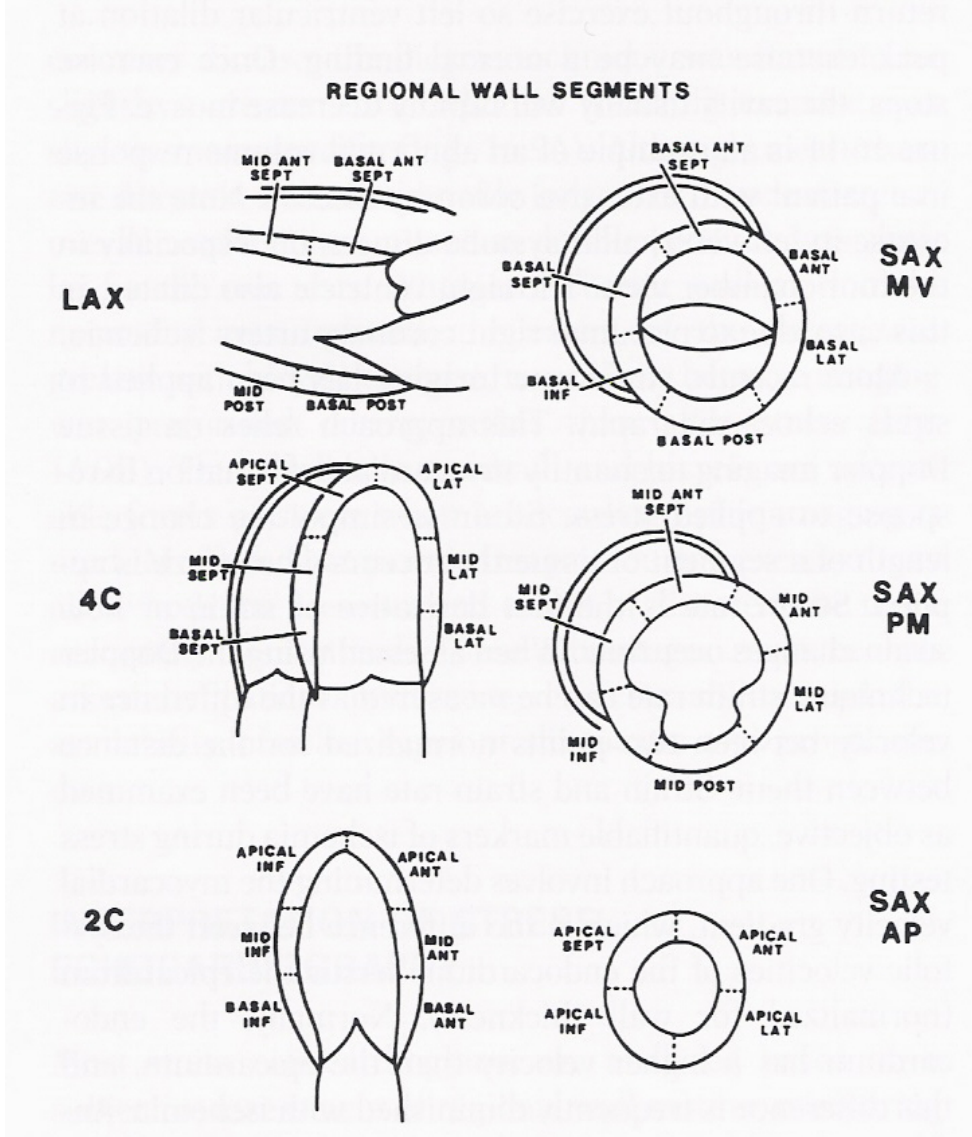
Hastaların sol ventrikül diyastolik fonksiyonlarını değerlendirmek amacıyla apikal dört boşluk kesitinde sırasıyla mitral kapak lifletlerinin hemen distalinden pulsed dalga doppler ile kayıtlar alındı. Solunum fazının sol ve sağ ventrikülün diyastolik fonksiyonlarına olan etkisini azaltmak amacı ile her bir ölçüm birbiri ardısıra 5-6 kez tekrarlanarak bulunan değerlerin ortalaması alındı. Sol ventrikülün erken hızlı doluş (E), atriyum kasılmasına bağlı geç doluş (A), akım hızları ve E/A oranı, deselerasyon zamanı ve izovolümetrik gevşeme zamanı hesaplandı.

Hastaların doku doppler incelemesi 2.5 MHz prob ile ekokardiyografi cihazının doku doppler programında girişim öncesi ve 6. ayda yapıldı. Duvar filtresi ve kazanç en düşük düzey, sıkıştırma ve istenmeyen görüntülerin yansıma ayarı ise en yüksek düzeyde tutuldu. İnceleme sırasında örnekleme volümünün miyokard üzerinde ve miyokardiyal duvara olabildiğince paralel olmasına dikkat edildi. Doku doppler görüntüler 100 m/sn hızla kayıt edildi. Parasternal uzun ve kısa aks, apikal dört ve iki boşluk kesitlerinde tüm miyokardın 16 segmentinden pulse dalga doku doppler ile kayıtlar alındı. Her bir miyokardiyal segmentinden ve lateral - septal mitral anulusdan alınan örneklerden pulsed dalga DDG ile sistolik ve diyastolik fonksiyonlar çalışıldı. Her bir ölçüm 5 kez tekrarlanarak bulunan değerlerin ortalaması alındı. Sistolik fonksiyon için sistolik hız (S), diyastolik fonksiyonlar için ise sol ventrikülün erken hızlı doluşu (E), atriyumun kasılmasına bağlı geç doluşu (A) , E/A oranı ve izovolümetrik gevşeme zamanı ölçüldü.

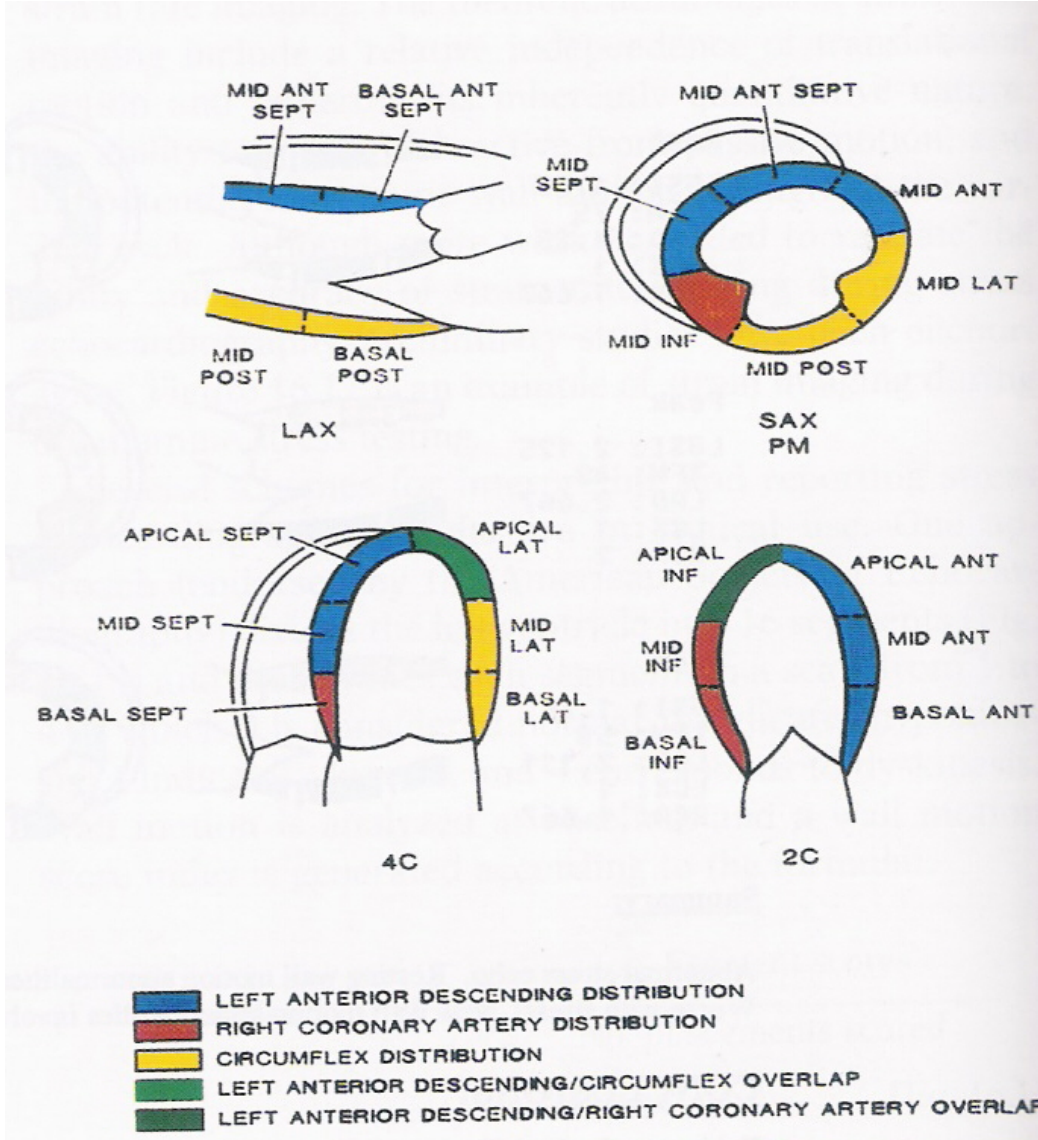
Hastalar perkütan koroner girişim yapılan koroner arterin lokalizasyonuna göre 3 gruba ayrıldı. 1.Grup sol ön inen (LAD) koroner artere, 2. Grup sirkumflex (CX) koroner artere, 3. Grup sağ koroner artere (RCA) girişim uygulanan hastalar olarak sınıflandırıldı.

Sol ön inen (LAD) koroner artere girişim uygulanmış hastada; mid septum, apikal septum,basal anterior septum, mid anterior septum, basal anterior, mid anterior, apikal anterior miyokard segmentleri, sirkumflex (Cx) koroner artere girişim uygulanmış hastalarda; basal lateral, mid lateral, basal posterior miyokard segmentleri, sağ koroner

artere (RCA) girişim uygulanmış hastalarda ise basal septum, basal inferior, mid inferior, apikal inferior miyokard segmentleri değerlendirilmeye alındı(Şekil - 1, 2).



ŞEKİL 1 : Kalbin 2-B ekokardiyografi ile miyokard seğmentleri. LAX :Parasternal uzun aks, 4C : Apikal 4 boşluk, 2C : Apikal 2 boşluk, SAX - MV : Parasternal kısa aks - mitral kapak düzeyi, SAX - PM : Parasternal kısa aks – papiller kas düzeyi, SAX - AP : Parasternal kısa aks – apeks düzeyi⁽⁶⁾.



ŞEKİL : Kalbin 2-B ekokardiyografi ile segmentlere göre koroner arter dağılımı. LAX :Parasternal uzun aks, 4C : Apikal 4 boşluk, 2C : Apikal 2 boşluk, SAX - PM : Parasternal kısa aks- papiller kas düzeyi⁽⁶⁾.

İstatistiksel Analiz:

İstatistiksel analizler bilgisayar ortamında SPSS (Statistical Package for Social Science) for Windows 11.0 paket programı kullanılarak yapıldı. Grup verileri ortalama \pm standart sapma ile (ort \pm SD) belirtildi. Normal dağılım gösteren değişkenlerin karşılaştırılmasında student's t testi, normal dağılım gösteren değişkenlerin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanıldı. Gruplar arasında yüzdelerin karşılaştırılmasında Fisher exact testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık olarak $p < 0.05$ olması kabul edildi.

BULGULAR:

Çalışmamıza kateter laboratuvarımızda perkütan koroner girişim uygulanan, yaşları 36-58 arasında (ortalama 52,6) arasında değişen, 9'u bayan, 23'ü erkek toplam 32 hasta alınmıştır. Hastaların demografik özellikleri Tablo-2'de gösterilmiştir.

	Grup-1	Grup-2	Grup-3	P
Yaş	52.20±12.75	50.60±8.4	53.5±8.90	AD
Aile öyküsü(%)	8(44)	5(50)	2(50)	AD
Sigara(%)	10(55)	6(60)	2(50)	AD
Hiperkolesterolemi(%)	6(33)	4(40)	2(50)	AD
Vücut kitle indeksi	27.8±3.5	26.1±2.8	28.0±3.2	AD

Tablo-2 : Hasta gruplarının demografik özellikleri

Hastalar perkütan koroner girişim yapılan koroner arterin lokalizasyonuna göre 3 gruba ayrıldı. 1.Grup sol ön inen (LAD) koroner artere, 2. Grup sirkumflex (CX) koroner artere, 3. Grup ise sağ koroner artere (RCA) girişim uygulanan hastalar olarak sınıflandırıldı. Hasta gruplarının cinsiyete göre dağılımı tablo-3'de gösterilmiştir.

	Erkek	Kadın	Toplam
Grup-1	10	5	15
Grup-2	8	2	10
Grup-3	5	2	7
Toplam	23	9	32

Tablo-3 : Hasta gruplarının cinsiyete göre dağılımı

Tablo-4’de görüldüğü gibi PKG öncesi ve 6.ay kontrollerinde her üç grupta da ejeksiyon fraksiyonunda anlamlı değişiklik saptanmamıştır.

	Ejeksiyon fraksiyonu(EF)		P
	PKG öncesi	PKG sonrası 6.ay kontrol	
Grup-1	56,9±5,1	59,7±5,9	AD
Grup-2	60,8±4,5	62,1±5,0	AD
Grup-3	63,8±4,6	64,0±4,9	AD

Tablo-4 : Grupların işlem öncesi ve işlem sonrası EF’ larının karşılaştırılması
AD:Anlamlı değil (P> 0.05)

Mitral kapak doppler akımı	PKG öncesi	PKG sonrası 6.ay kontrol	P
E_m	64.78±17.45	66.84±16.39	AD
A_m	60.56±18.58	59.15±17.03	AD
E_m/A_m	1.19±0.39	1.21±0.43	AD

Tablo-5 : Tüm hastaların PKG öncesi ve 6.ay kontrol mitral kapak doppler akımlarının karşılaştırılması

Tablo-5’de görüldüğü gibi PKG öncesi ve 6.ay kontrollerinde her üç grupta ölçülen transmitral doppler akım hızlarında ve E_m/A_m oranında anlamlı değişiklik saptanmadı. Hastaların çoğunda $E_m/A_m > 1$ idi.

MİYOKARD SEGMENTLERİ		PKG ÖNCESİ	6. AY KONTROL	P
Bazal Septum	S	9,24±2,77	10,12±3,01	AD
	E	9,95±3,72	11,04±3,16	AD
	A	10,89±3,38	7,93±2,93	AD
	E/A	0,96±0,51	1,42±0,39	0.001
	İVGZ	82,16±17,38	66,87±17,55	0.003
Bazal İnferyor	S	9,86±2,95	10,72±3,21	AD
	E	8,98±2,81	10,95±2,52	AD
	A	11,66±4,12	8,83±4,38	AD
	E/A	0,83±0,37	1,31±0,43	0.001
	İVGZ	77,39±15,21	70,47±16,18	AD
Mid İnferyor	S	8,56±2,65	9,52±2,43	AD
	E	9,82±2,56	10,21±2,66	AD
	A	10,24±2,79	9,10±3,36	AD
	E/A	0,98±0,48	1,17±0,40	AD
	İVGZ	79,76±24,58	74,93±22,38	AD
Apikal İnferyor	S	8,46±3,04	9,14±3,40	AD
	E	8,96±3,61	9,26±3,80	AD
	A	7,88±4,32	7,12±4,02	AD
	E/A	1,16±0,39	1,32±0,29	AD
	İVGZ	78,12±23,62	72,98±21,52	AD

Tablo-6 : Sağ koroner artere girişim uygulanan 7 hastanın işlem öncesi ve 6.ay kontrol doku doppler ekokardiyografi bulgularının karşılaştırılması.

(S : cm/sn, E : cm/sn, A : cm/sn, İVGZ : msn)

Tablo-6 ile Tablo-7' de sağ koroner artere girişim yapılan hastalarda, bu arterin beslediği miyokard Segmentleri ile lateral ve septal mitral anuluslarından ait işlem öncesi ve 6. ay kontrol doku doppler ekokardiyografi bulguları karşılaştırılmış, mitral kapak anuluslarından ve 4 segmente ölçülen sistolik ve diyastolik parametrelerde düzelme olmasına rağmen sadece iki segmente E/A oranında anlamlı artış, bir segmente ise İVGZ'de anlamlı azalma saptanmıştır.

SEĞMENT		PKG ÖNCESİ	6.AY KONTROL	P
SEPTAL MİTRAL ANÜLUS	S	10,32±2,44	11,08±3,01	AD
	E	11,05±3,52	11,44±3,16	AD
	A	10,89±3,38	9,42±2,93	AD
	E/A	1,14±0,61	1.21±0,49	AD
	İVGZ	73,19±18,33	69,75±19,05	AD
LATERAL MİTRAL ANÜLUS	S	9,84±3,07	10,35±2,91	AD
	E	10,95±2,92	11,68±3,06	AD
	A	10,89±3,38	9,78±2,96	AD
	E/A	1,05±0,63	1.23±0,39	AD
	İVGZ	76,23±17,48	70,67±17,84	AD

Tablo-7 : Sağ koroner artere girişim uygulanan 7 hastanın işlem öncesi ve 6.ay kontrol
Septal ve lateral mitral anulus doku doppler ekokardiyografi bulgularının karşılaştırılması.

MİYOKARD SEGMENTLERİ		PKG ÖNCESİ	6. AY KONTROL	P
<i>Bazal Lateral</i>	S	10,26±3.79	11,44±4,02	AD
	E	10,16±2,95	12,03±3,26	AD
	A	11,87±3,38	8,76±2,95	0.05
	E/A	0,91±0,38	1,41±0,27	0.001
	İVGZ	83,44±26,72	70,84±25,38	0.04
<i>Mid Lateral</i>	S	10,01±3,62	11,72±4,26	AD
	E	10,62±2,85	11,91±3,32	AD
	A	11,26±3,82	9,75±2,98	AD
	E/A	0,95±0,44	1,23±0,29	AD
	İVGZ	81,63±22,88	68,63±20,18	0.03
<i>Bazal Posteriyor</i>	S	9,45±2,84	10,06±3,02	AD
	E	10,72±3,21	11,12±3,33	AD
	A	10,44±4,63	9,51±4,18	AD
	E/A	1,04±0,51	1,18±0,36	AD
	İVGZ	77,81±25,21	71,12±21,16	AD

Tablo-8 : Sirkumfleks koroner artere girişim uygulanan 10 hastanın işlem öncesi ve 6.ay kontrol
doku doppler ekokardiyografi bulgularının karşılaştırılması.

SEĞMENT		PKG ÖNCESİ	6.AY KONTROL	P
SEPTAL MİTRAL ANÜLUS	S	10,12±2,69	10,18±2,81	AD
	E	11,45±3,45	11,61±3,34	AD
	A	9,87±3,72	9,82±3,90	AD
	E/A	1,19±0,74	1,24±0,49	AD
	IVGZ	70,66±18,79	65,38±19,11	AD
LATERAL MİTRAL ANÜLUS	S	9,78±2,88	11,13±2,51	AD
	E	9,95±2,63	11,16±3,02	AD
	A	10,27±2,98	9,66±2,59	AD
	E/A	1,01±0,63	1,21±0,48	AD
	IVGZ	81,03±18,36	68,26±19,53	0.02

Tablo-9 : Sirkumfleks koroner artere girişim uygulanan 10 hastanın işlem öncesi ve 6.ay kontrol

Septal ve lateral mitral anulus doku doppler ekokardiyografi bulgularının karşılaştırılması.

Tablo-8 ile Tablo-9' da sirkumfleks koroner artere girişim yapılan hastalarda bu arterin beslediği miyokard Seğmentleri ile lateral ve septal mitral anulusa ait işlem öncesi ve 6. ay kontrol doku doppler ekokardiyografi bulguları karşılaştırılmış, mitral kapak anuluslarından ve 3 seğmente ölçülen sistolik ve diyastolik parametrelerde düzelme olmasına rağmen sadece bir seğmente E/A oranında anlamlı artış, bir seğmente A hızında, iki seğment ve mitral kapak lateral anulusundan ölçülen İVGZ'da anlamlı azalma saptanmıştır.

MİYOKARD SEGMENTLERİ		PKG ÖNCESİ	6. AY KONTROL	P
Mid Septum	S	9,16±1,84	9,26±1,76	AD
	E	9,85±3,23	10,60±3,15	AD
	A	10,60±3,75	9,70±4,05	AD
	E/A	0,92±0,96	1,03±0,21	AD
	İVGZ	80,43±19,20	71,28±16,95	AD
Apikal Septum	S	8,02±2,65	8,85±2,44	AD
	E	9,64±3,27	9,83±2,55	AD
	A	8,48±4,15	8,26±3,94	AD
	E/A	1,18±0,16	1,21±0,33	AD
	İVGZ	77,66±25,65	68,10±23,59	AD
Bazal Anteriyör Septum	S	8,46±3,13	9,85±2,79	AD
	E	9,48±2,94	11,82±3,45	AD
	A	10,39±3,36	8,52±4,05	AD
	E/A	0,95±0,37	1,42±0,58	0.001
	İVGZ	89,21±18,64	67,46±19,20	<0.001
Mid Anteriyör Septum	S	9,05±2,56	10,34±2,44	AD
	E	9,12±4,21	11,26±3,24	AD
	A	9,54±4,96	8,22±4,04	AD
	E/A	0,98±0,55	1,40±0,32	0.001
	İVGZ	76,75±5,16	68,05±6,08	AD
Bazal Anteriyör	S	10,77±2,46	11,12±3,40	AD
	E	9,69±4,85	11,51±4,62	AD
	A	11,56±3,95	8,82±3,65	AD
	E/A	0,91±0,19	1,32±0,33	0.03
	İVGZ	81,32±22,73	64,56±19,02	0.01
Mid Anteriyör	S	9,88±4,95	10,56±4,05	AD
	E	10,15±3,05	11,13±4,16	AD
	A	11,12±4,36	9,24±3,45	AD
	E/A	0,94±0,41	1,25±0,53	0.04
	İVGZ	78,40±24,82	69,02±20,95	AD
Apikal Anteriyör	S	7,66±5,36	8,22±6,02	AD
	E	8,81±3,24	9,68±2,95	AD
	A	8,15±4,76	8,02±3,46	AD
	E/A	1.10±0,24	1.21±0,29	AD
	İVGZ	66,41±23,16	59,82±19,56	AD

Tablo-10 : Sol ön inen koroner artere girişim uygulanan 15 hastanın işlem öncesi ve 6.ay kontrol doku doppler ekokardiyografi bulgularının karşılaştırılması.

SEĞMENT		PKG ÖNCESİ	6.AY KONTROL	P
SEPTAL MİTRAL ANÜLUS	S	8,54±2,68	10,05±2,89	AD
	E	8,95±3,72	11,04±3,16	AD
	A	9,89±3,38	9,42±2,93	AD
	E/A	1,10±0,60	1,19±0,46	AD
	IVGZ	88,23±18,30	66,87±17,55	0.002
LATERAL MİTRAL ANÜLUS	S	9,45±2,95	10,12±3,12	AD
	E	10,95±3,72	11,66±3,09	AD
	A	10,89±3,38	9,62±2,93	AD
	E/A	1,09±0,51	1,23±0,57	AD
	IVGZ	85,35±20,19	76,87±18,35	AD

Tablo-11 : Sol ön inen koroner artere girişim uygulanan 15 hastanın işlem öncesi ve 6.ay kontrol

Septal ve lateral mitral anulus doku doppler ekokardiyografi bulgularının karşılaştırılması.

Tablo-10 ile Tablo-11' de sol ön inen koroner artere girişim yapılan hastalarda bu arterin beslediği miyokard Seğmentleri ile lateral ve septal mitral anulusa ait işlem öncesi ve 6. ay kontrol doku doppler ekokardiyografi bulguları karşılaştırılmış, mitral kapak anuluslarından ve 7 seğmente ölçülen sistolik ve diyastolik parametrelerde düzelme olmasına rağmen sadece dört seğmente E/A oranında anlamlı artış, iki seğment ve mitral kapak septal anulusundan ölçülen İVGZ'da anlamlı azalma saptanmıştır.

Miyokard segmentleri		PKG öncesi	6. Ay Kontrol	P
Bazal Septum	S	9,91±2,89	10,22±2.85	AD
	E	10,77±3,08	11,16±2,88	AD
	A	9,17±3,21	8,04±3,13	AD
	E/A	1,20±0,66	1,40±0,82	AD
	İVGZ	70,26±19,48	65,27±20,55	AD
Mid Septum	S	9,49±1,76	9,71±1,81	AD
	E	9,92±3,41	10,75±3,22	AD
	A	9,01±3,43	8,70±3,89	AD
	E/A	1,15±0,73	1,27±0,54	AD
	İVGZ	74,33±18,14	68,25±16,05	AD
Apikal Septum	S	8,10±2,70	8,85±2,44	AD
	E	9,64±3,27	9,94±2,58	AD
	A	8,38±4,05	8,20±3,90	AD
	E/A	1,18±0,38	1,24±0,41	AD
	İVGZ	76,57±22,55	65,21±23,45	AD
Bazal Anteriyor Septum	S	8,78±3,41	9,89±2,88	AD
	E	9,82±2,64	11,85±3,14	AD
	A	9,69±3,54	8,49±3,80	AD
	E/A	1,05±0,46	1,41±0,67	0,03
	İVGZ	75,04±19,91	66,92±20,24	AD
Mid Anteriyor Septum	S	8,85±2,55	10,64±2,42	AD
	E	9,57±4,30	11,81±4,03	AD
	A	9,16±4,87	8,90±4,16	AD
	E/A	1,11±0,72	1,35±0,47	AD
	İVGZ	71,64±15,38	64,59±16,90	AD
Bazal Anteriyor	S	10,98±2,50	11,27±3,21	AD
	E	9,81±4,76	11,55±4,83	AD
	A	10,09±4,02	8,68±3,77	AD
	E/A	0,99±0,21	1,34±0,30	0.05
	İVGZ	79,45±23,41	61,56±20,25	AD
Mid Anteriyor	S	9,93±4,87	10,50±4,15	AD
	E	10,86±3,05	11,17±4,21	AD
	A	10,89±3,96	9,02±3,77	AD
	E/A	1,03±0,45	1,26±0,62	AD
	İVGZ	72,41±22,65	67,32±21,18	AD
Apikal Anteriyor	S	8,01±4,82	8,89±5,31	AD
	E	9,11±3,58	9,60±3,73	AD
	A	8,12±4,69	7,92±4,34	AD
	E/A	1.15±0,29	1.24±0,46	AD
	İVGZ	63,41±24,28	55,70±21,55	AD
Bazal Lateral	S	10,83±3.68	11,40±4,16	AD
	E	10,58±3,04	12,11±3,38	AD
	A	11,34±3,71	8,94±3,25	AD

	E/A	0,94±0,43	1,37±0,39	0,04
	İVGZ	79,62±25,41	70,12±26,55	AD
Mid Lateral	S	10,67±3,74	11,93±4,08	AD
	E	10,88±3,05	12,47±3,36	AD
	A	10,59±4,11	9,81±3,32	AD
	E/A	1,05±0,52	1,29±0,38	AD
	İVGZ	78,84±23,12	67,63±24,45	AD
Apikal Lateral	S	8,89±3,24	9,15±3,60	AD
	E	8,98±3,54	9,25±3,79	AD
	A	8,37±4,11	7,41±4,53	AD
	E/A	1,10±0,45	1,26±0,32	AD
	İVGZ	76,87±24,02	71,81±23,90	AD
Bazal İnferiyor	S	10,17±2,88	11,03±3,48	AD
	E	10,38±3,62	11,25±3,13	AD
	A	10,06±3,96	8,98±4,17	AD
	E/A	1,04±0,38	1,27±0,46	AD
	İVGZ	72,49±18,39	67,02±19,11	AD
Mid İnferiyor	S	9,56±2,84	10,45±2,61	AD
	E	10,82±2,93	11,16±2,88	AD
	A	9,74±3,25	8,67±3,69	AD
	E/A	1,14±0,43	1,30±0,41	AD
	İVGZ	74,43±23,82	69,90±21,26	AD
Apikal İnferiyor	S	8,76±3,19	9,18±3,51	AD
	E	9,24±3,45	9,29±3,73	AD
	A	7,81±4,22	7,30±4,77	AD
	E/A	1,19±0,43	1,30±0,50	AD
	İVGZ	77,05±24,18	71,57±22,63	AD
Bazal posteriyor	S	9,91±3,07	10,45±3,24	AD
	E	10,98±3,45	11,38±3,71	AD
	A	9,86±4,29	9,10±3,94	AD
	E/A	1,14±0,53	1,26±0,48	AD
	İVGZ	75,75±22,09	70,44±23,50	AD
Mid Posteriyor	S	9,56±2,87	9,86±3,13	AD
	E	10,18±2,66	10,51±2,42	AD
	A	9,92±3,19	9,12±3,44	AD
	E/A	1,10±0,56	1,17±0,42	AD
	İVGZ	78,15±26,38	73,65±22,91	AD

Tablo-12 : Tüm hastaların işlem öncesi ve 6.ay kontrol 16 segment doku doppler ekokardiyografi bulgularının karşılaştırılması.

SEĞMENT		PKG ÖNCESİ	6.AY KONTROL	P
SEPTAL MİTRAL ANÜLUS	S	9,66±2,71	10,08±2,90	AD
	E	10,08±3,43	11,24±3,39	AD
	A	9,81±3,45	9,48±2,85	AD
	E/A	1,05±0,57	1.20±0,41	AD
	IVGZ	80,66±20,15	68,55±19,87	AD
LATERAL MİTRAL ANÜLUS	S	9,63±2,82	10,59±3,01	AD
	E	10,48±3,48	11,40±3,24	AD
	A	10,42±3,38	9,65±3,12	AD
	E/A	1,06±0,53	1.20±0,58	AD
	IVGZ	82,79±20,08	73,14±19,49	AD

Tablo-13 : Tüm hastaların işlem öncesi ve 6.ay kontrol mitral lateral ve septal anulus doku doppler ekokardiyografi bulgularının karşılaştırılması.

Tablo-12 ve Tablo 13'de 32 hastanın 16 miyokard seğmenti ile mitral anulusa ait işlem öncesi ve 6. ayda ölçülen doku doppler ekokardiyografi bulguları karşılaştırılmış sadece üç seğmente E/A oranında anlamlı artış saptanmıştır.

TARTIŞMA VE SONUÇ :

İskemik kalp hastalıklarında diyastolik fonksiyon bozukluğunun sistolik fonksiyon bozukluğundan daha önce ortaya çıktığı ayrıca henüz ventriküllerin global fonksiyonlarının değişmeden bölgesel fonksiyon bozukluklarının ortaya çıktığı bilinmektedir^(2,5,8,10). Bilindiği gibi diyastol oldukça kompleks bir olaydır ve diyastolik fonksiyon bozukluğunun mitral doppler akımlarının incelenmesinde ortaya çıkan değişik akım paternlerinin, hastalığa özgü olmaktan çok, miyokardiyal fonksiyon ve hemodinamik duruma bağlı olduğu söylenmektedir^(7,11,23).

Yakın bir zamana kadar miyokardiyal doku hareketlerinin analizi iki boyutlu ekokardiyografi ile kalitatif ve semikantitatif olarak yapılabilmekteydi. Miyokardiyal mekanikler ve doku hareketleri hakkındaki bilgiler daha çok atriyo-ventriküler kapaklardan geçen kan akımının konvansiyonel doppler tekniği ile incelenerek dolaylı yoldan sağlanmaktaydı. Doku doppler ekokardiyografi miyokardiyal doku hızının kantitatif ölçülmesine olanak sağlayan girişimsel olmayan yeni bir metoddur^(38,41). Doku doppler ekokardiyografi tekniğinde miyokardiyumun belirli bölgelerindeki doku hızı direkt olarak miyokardan ölçülmekte ve kardiyak siklusun değişik fazları boyunca doku hareketinin kantitatif ölçümü mümkün olmaktadır.

Mitral doppler akımları, diyastolik fonksiyon bozukluklarında, üç patern göstermektedir: Gevşeme bozukluğu, yalancı normal patern ve restriksiyon paterni., Yalancı normal patern, miyokardiyal diyastolik fonksiyon bozukluğu olduğu halde doppler de normal mitral diyastolik akım paterni elde edilmektedir⁽¹⁰⁸⁾. Sohn ve arkadaşları⁽²⁶⁾, pulse dalga doku doppler ekokardiyografi ile yaptıkları çalışmada, miyokardiyal akımların, preload'dan etkilenmediğini, E akımının 8,5 cm/sn 'nin altında ve E/A oranının <1 olması halinde, pseudonormalizasyonun %88 sensitivite ve %67 spesifite ile normalden ayırtedilebileceğini göstermişlerdir. Garcia ve arkadaşları⁽¹³⁴⁾ da, sol ventrikül restriktif fizyolojide, E_m ve A_m akım hızlarının azaldığını, E_m/A_m oranının ise >1 olduğunu ve E_m akımının 8 cm/sn 'nin altında olması halinde, restriktif kardiyomyopatinin, kontsriktif perikarditten ayırt edilebileceğini belirtmektedirler.

Yapılmış birçok çalışmada ekokardiyografinin miyokard infarktüsünün tanısında tanısal sensitivitesinin %90-95, negatif prediktif değeri %95 ancak pozitif prediktif değerinin ise düşük olduğu saptanmıştır⁽¹⁰⁹⁾.

Koroner arter hastalarında reperfüzyon, sol ventrikül sistolik ve diyastolik fonksiyonlarını iyileştirerek geç surviyi düzeltebilir. Bununla birlikte iskemi canlı dokuda iki

türlü etki gösterir; 'hibernasyon" (uyuyan miyokard) ve 'stunning"(sersemlemiş miyokard). Hibernating miyokardiyum diye adlandırılan durum, daha çok kronik iskemide gözlenirken, stunning miyokardiyum ise daha çok akut iskemik olay sonrası gözlenmektedir^(107,129,131,132).

İlk olarak Rahimtoola tarafından öne sürülen miyokardiyal "hibernasyon" terimi uzun süren iskemi ile azalmış olan kan desteğini kompanse etmek üzere miyokardiyal kasılma ve metabolizmanın azalması, kan akımının tekrar sağlanması halinde normal veya normale yakın şekilde geri dönmesini tanımlamaktadır⁽¹¹²⁾.

Braunwald ve Kloner tarafından ortaya atılan "stunning" miyokard terimi, süresi ve şiddeti miyokard nekrozu için yeterli olmayan iskemi sonrası ortaya çıkan miyokard fonksiyon bozukluğunu tanımlamaktadır. Stunning miyokardın kasılabilirlik rezervi vardır⁽¹¹³⁾, stunning miyokard da reperfüzyona rağmen kasılma ancak günler hatta aylar sonra düzelmektedir. Bu da stunning devam etme süresi, miyokardın önceki rezervine, kalp hızı, koroner dolaşımın tekrar sağlama hızı ve çok sayıda henüz tanımlanmamış faktöre bağlıdır^(114,115,116).

Reperfüzyon sonrası sol ventrikülün sistolik ve diyastolik fonksiyonlarının düzelleme süresi hakkında farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Gasior ve ark⁽¹¹⁸⁾. PKG'den 3-5 gün sonra ejeksiyon fraksiyonunda düzelleme olmadığını bildirmişler. Schmidt ve ark⁽¹¹⁹⁾, sol ventrikül sistolik fonksiyonlarının normale dönüş süresini 3 gün ile 6 ay arasında olabileceğini söylemişler. Çalışmamızda PKG sonrası 6. ayda global ejeksiyon fraksiyonunda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da artma olduğunu saptadık. Bunun istatistiksel olarak anlamlı olmaması hastaların çoğunda ejeksiyon fraksiyonun başlangıçta normal olması, stunning miyokardiyuma veya sessiz restenoza bağlı olabilir.

Transmitral doppler akımı ve doku doppler inceleme ile E dalgasında azalma, A dalgasında artma, E/A oranının azalması, İVGZ VE DZ'nin uzaması diyastolik fonksiyon bozukluğunun göstergeleridir. Başarılı PKG sonrası kompliyansın arttığı ve miyokardiyal iskeminin düzeldiği girişimsel olmayan testlerle gösterilebilir. Ancak PKG sonrası diyastolik fonksiyonun düzelleme süresi hakkında da çelişkili bilgiler mevcuttur ve düzelenin erken dönemde değil geç dönemde olduğu söylenmektedir^(120,121,122,123,124,125,126,127). PKG sonrası ilk 24. saatte global diyastolik fonksiyonların düzellemediği birçok çalışmada gösterilmiştir^(120,125,126,127). Çalışmamızda PKG sonrası 6. ayda gerek transmitral doppler akım parametreleri kullanılarak global, gerekse DDG parametreleri kullanılarak global ve bölgesel diyastolik fonksiyonlarda çoğu segment de istatistiksel olarak anlamlı olmasa da düzelleme olduğunu gördük. Bayata

ve ark.⁽¹²⁴⁾ yaptıkları çalışmada, PKG sonrası 24. saatte transmitral doppler diyastolik parametrelerinde anlamlı değişiklik olmadığını saptamışlardır. Bunun da muhtemel nedeni olarak sol ventrikül diyastolik fonksiyonunun, kalp hızı ve preload gibi birçok fizyolojik değişkenden etkilenmesinin olabileceğini söylemişlerdir. Leung ve ark.⁽¹²⁷⁾, PTCA sonrası sol ventrikül diyastolik fonksiyonların 10 gün içinde düzeldiğini, Ricou ve ark.⁽¹²⁵⁾ PTCA sonrası 3. ayda sol ventrikül diyastolik fonksiyon bozukluğunun devam ettiğini, Mizuno ve ark.⁽¹²²⁾ ise PTCA sonrası 6. ayda diyastolik fonksiyonların düzeldiğini bildirmişlerdir.

Bilindiği gibi, sol ventrikül miyokardiyumun orta kısmında sirkumferansiyel lifler, subepikardiyal ve subendokardiyal kısımlarda ise longitudinal lifler bulunmaktadır^(40,41). Sağ ventrikülde ise iki kas tabakası bulunmaktadır, orta tabaka yoktur ve sağ ventrikülün, subepikardiyal lifleri sol ventrikül gibi longitudinal değil sirkumferansiyele yakın oblik yerleşimlidir⁽¹²⁸⁾. Önceki çalışmalarda miyokardiyal hızların bazalden apikale doğru azaldığı, apeksin hemen hemen hareketsiz olduğu ve kalbin uzun eksen boyunca olan hareketinin bazal kısım aracılığı ile olduğu bildirilmiştir^(12,33,53). Pai ve ark.⁽³³⁾ yaptıkları çalışmada, normal erişkinlerde sol ventrikül duvarlarının bazal, orta ve distal segmentlerinin longitudinal ve sirkumferansiyel kısalma hızlarını ölçmüşler ve miyokardiyal akım hızlarının bazalden apekse doğru gittikçe azaldığını göstermişlerdir. Yaptığımız çalışmada bizde doku doppler ekokardiyografi ile elde edilen akım hızları aynı yerde atımdan atıma önemli farklılıklar gösterdiğini ve miyokardiyal akım hızlarının, bazalde en yüksek, apikalde ise en düşük olduğunu saptadık.

Yapılan çalışmalarda, ventrikülün sistol ve erken diyastoldeki hareketinin aktif olarak gerçekleşmesi atriyal kontraksiyon sırasında ise ventrikül hareketinin pasif olarak gerçekleşmesine bağlı olarak en yüksek miyokardiyal hızların erken diyastolde, en düşük miyokardiyal hızların ise atriyal kontraksiyon sırasında olduğu bildirilmiştir^(17,33). Biz ise hastalarımızda var olan iskemik kalp hastalığına bağlı diyastolik fonksiyon bozukluğu nedeniyle hastalarımızın çoğunda en yüksek akım hızlarını geç diyastol sırasında aldık.

Hem PKG hem de KABG ile revaskülarizasyon yapılan hastalarda bölgesel sistolik ve diyastolik fonksiyonlarda düzelme olduğu bilinmektedir^(107,114,129,130). Pulsed dalga DDG, iskemik miyokardiyumda, reperfüzyon sonrasındaki "bölgesel sistolik ve diyastolik hızlardaki değişiklikleri en iyi değerlendirebilen yöntemlerden biridir^(31,51,99). Gerek hayvan gerekse insan çalışmalarında, anjiyoplasti sırasında pulsed dalga DDG'de miyokardiyal hızların belirgin şekilde azaldığını, anjiyoplasti sonrası erken dönemde miyokardiyal hızların rebound olarak anlamlı bir biçimde artarak bazal hızları geçtiği gösterilmiştir^(10,99,122,130). Anjiyoplasti sonrası erken dönemle ilgili çok sayıda çalışma

olmasına rağmen, geç dönemde pulsed dalga DDG ile yapılan çalışma sayısı oldukça kısıtlıdır. Strotman ve ark⁽¹³⁰⁾, yaptıkları çalışmada kritik darlığı olan hastalarda anjiyoplastiden 24 saat sonra sistolik hızlarda anlamlı artma saptamışlar. Anjiyoplasti sonrası 3. ayda da sistolik hızlar 24. saatte ölçülene göre daha düşük olmasına rağmen başlangıca göre daha yüksek olduğunu bildirmişler. Derumeaux ve ark⁽⁹⁹⁾ da, yaptıkları çalışmada anjiyoplasti sırasında bölgesel diyastolik fonksiyonunun bozulduğunu ve anjiyoplasti sonrası düzeldiğini bildirmişlerdir. Bach ve ark.⁽¹⁰⁾, anjiyoplasti sırasında balon şişirilmesive bağlı oluşan oklüzyon süresince sistolik ve diyastolik hızların anlamlı olarak azaldığını saptamışlardır.

İskemik kalp hastalarında, iskemik segmentlerde, sistolik hız (S), erken diyastolik hız (E) ve E/A oranı azalır, diyastolik hız (A) ve bölgesel izovolümetrik gevşeme zamanı (İVGZ) uzar. Ertunç ve ark.⁽¹¹⁶⁾ miyokard enfaktüsü nedeniyle anjiyoplasti yapılan 26 hastada, anjiyoplasti sonrası 6. ayda bölgesel diyastolik fonksiyonları pulsed dalga DDG yöntemiyle araştırmışlar ve 6. ayda E akım hızında artma, A akım hızında azalma, E/A oranında artma ve İVGZ'de azalma yani bölgesel diyastolik fonksiyonlarda düzelmeye tespit etmişler. Bizim çalışmamızda da PKG sonrası 6. ayda tüm hasta gruplarında diyastolik parametrelerde çoğu segment de iyileşme eğilimi olmasına rağmen, bu iyileşme başlangıca göre istatistiksel anlamlılığa ulaşmamıştır. İskemik kalp hastalarında normal perfüze segmentler ile normal bireyler arasında DDG de herhangi bir fark saptanmamıştır.

"Miketic ve ark⁽¹³¹⁾.yaptıkları çalışmada anjiyoplasti sonrası 6. ayda tam açıklık saptanan hastalarda bölgesel sistolik ve diyastolik fonksiyonlarının düzelmeye olduğunu, restenoz saptanan hastalarda ise bölgesel sistolik ve diyastolik fonksiyonlarının düzelmeye olmadığını saptamışlar. Çalışmamızın protokolünde rutin olarak 6. ayda kontrol anjiyografi olmadığından bunu değerlendiremedik. Ancak bu çalışma bize DDG ile perkütan koroner girişim sonrası sistolik ve diyastolik fonksiyonlarının düzelmeye olmaması halinde restenoz açısından uyarıcı olabileceğini ve hangi hastalara kontrol anjiyografi yapacağımız konusunda bize yol gösterici olabileceğini düşündürmektedir. Ancak koroner arter hastalarında PKG ile stenozun giderilmesi ve TIMI-3 akımın sağlanması her zaman doku seviyesinde yeterli perfüzyonun olduğu anlamına gelmez. No reflow fenomeni olarak tanımlanan bu durumun nedeninin; mikrovasküler spazm, distal embolizasyon, insitu tromboz ve stunning miyokardiyum olabileceği bildirilmiştir⁽¹¹⁶⁾.

Yakın zamanda yapılmış çalışmalarda Doku doppler ekokardiyografi ile saptanabilen postsistolik kontraksiyonun miyokardiyal iskemi ve canlılığın bir göstergesi olduğu ileri sürülmüştür. İzovolümetrik gevşeme evresine uzayan bu geç miyokardiyal kasılmaya tardokinezi de denilmekte ve çoğunlukla akut oklüzyon sırasında ortaya çıkmakta, oklüzyonun ortadan kalkmasından sonra erken dönemde devam etmekte geç dönemde kaybolmaktadır⁽¹³⁵⁾.

Oki ve ark.⁽⁶³⁾, sol ventrikülün gevşemesinin invaziv olarak saptanan bir parametresi olan gevşeme zaman sabitesi (Tau) ile izovolümetrik gevşeme zamanı ve transmitral hızlardan elde edilen değişkenler arasında iyi bir bağlantı olduğunu ve bu bağlantının yalancı normal dolum örneği gösteren diyastol sonu basıncı yüksek olgularda zayıfladığını saptamışlar. Buna rağmen doku doppler ile saptanan miyokardiyal erken diyastolik hızın azaldığını ve diyastol sonu basıncı ne olursa olsun erken miyokardiyal diyastolik hızın gevşeme zaman sabitesi ile iyi bir bağlantı gösterdiğini bulmuşlardır.

Çalışmamızda koroner anjiyoplastiden sonra hastaların DDG ile altıncı ay kontrollerinde S akım hızında artma, E akım hızında artma, A akım hızında ve İVGZ'de azalma ve E/A oranında artma sol ventrikülün tüm segmentlerinde saptayamadık. Bu durum koroner arter lezyonunun suladığı bölgede ne derece iskemi yaptığı, çalışmamıza alınan bazı hastaların PKG öncesi doku doppler ekokardiyografi bulgularının normal olması, doku doppler ekokardiyografi ile elde edilen akım hızları aynı yerde atımdan atıma önemli farklılık göstermesi ve çalışmaya alınan hastaların koroner arterlerindeki darlığın derecesinin kalitatif olarak değerlendirilmesi çalışmamızın sonuçlarını etkilemiş olabilir.

Doku doppler ekokardiyografi koroner arter hastalıklarındaki bölgesel miyokardiyal fonksiyonun objektif, girişimsel olmayan değerlendirmesinde büyük ümit vaat etmekle birlikte, kalbin translasyonel ve komşu miyokard segmentlerinin germe-çekme hareketlerinden etkilenmesi, açılı bağımlı olması kullanılabilirliğini sınırlamaktadır. Son dönemlerde ortaya çıkan ve kalbin translasyonel ve komşu miyokard segmentlerinin germe-çekme hareketlerinden etkilenmeyen, akut ve kronik iskemide bölgesel sol ventrikül fonksiyonlarını duyarlı ve yeterli ölçülebilir parametreleri olarak strain, strain rate görüntülemenin şu an klinik pratikte fazla kullanılmamasına rağmen gelecekte pratik uygulamaya gireceği düşünülmektedir^(110,111).

Sonuç olarak, Pulse dalga doku doppler ekokardiyografi ile elde edilen bölgesel ve global sistolik ve diyastolik akım hızları aynı yerde atımdan atıma önemli farklılık gösterebilir sol ventrikülün sistolik ve diyastolik fonksiyonlarının değerlendirilmesinde kolay uygulanabilir bir yöntemdir. Ancak geniş serilerde, değişik hasta gruplarında, çalışmalar yapılarak, patolojik durumların tespitindeki, standartların belirlenmesi gerekmektedir.

ÖZET:

Ekokardiyografi kalbin yapısal ve fonksiyonel işlevlerini yüksek frekanslı ses dalgaları kullanılarak değerlendirmeye yarayan girişimsel olmayan, uygulaması kolay, nisbeten ucuz bir tanı yöntemidir^(1,2). Son dönemlerde diğer tıp alanlarında olduğu gibi ekokardiyografik incelemelerde de önemli ilerlemeler kaydedilmiş ve yeni teknikler geliştirilmiştir. Doku doppler görüntüleme (DDG) ventriküllerin global veya bölgesel, sistolik ve diyastolik fonksiyonları kantitatif olarak değerlendirilmesinde kullanılan bu yeni tekniklerden biridir^(2,4,5).

Yapılan çalışmalarda iskemik kalp hastalıklarında sol ventrikül diyastolik fonksiyonlarının sistolik fonksiyonlarından önce bozulduğu ve bu fonksiyonel bozukluğun global olmaktan çok bölgesel olduğu saptanmıştır^(6,7,8,9,10). Başarılı perkütan koroner girişim sonrası perfüzyonun düzeltilmesi ile bölgesel ve global sistolik ve diyastolik fonksiyonlarda erken ve geç dönemde düzelmeye olduğu deneysel ve klinik çalışmalarda gösterilmiştir^(9,10). İskemik kalp hastalarında iskemik segmentlerde sistolik hız (S), erken diyastolik hız (E) ve E/A oranı azalır, geç diyastolik hız(A) artar, bölgesel izovolümetrik gevşeme zamanı (İVGZ) ve deselerasyon zamanı (DZ) uzar. Transmitral doppler akımı ve doku doppler inceleme ile E dalgasında azalma, A dalgasında artma, E/A oranının azalması, İVGZ VE DZ'nin uzaması diyastolik fonksiyon bozukluğunun göstergeleridir.

Bizim çalışmamızın amacı; Angina pectorisi olan veya göğüs ağrısı ayırıcı tanısı için yapılan tanısal testlerde (treadmil testi, miyokard perfüzyon sintigrafisi) iskemi saptanıp koroner anjiyografi önerilen, yapılan koroner anjiyografide herhangi bir koroner arterde kritik darlık (<%70) saptanan ve kardiyoloji konseyinde perkütan koroner girişim kararı alınan hasta grubundan; Sol ventrikül hipertrofisi, kardiyak hastalık öyküsü(kapak hastalığı, kardiyomyopati, geçirilmiş miyokard enfarktüsü öyküsü, aritmi), pulmoner hipertansiyon öyküsü olmayan, ayrıca koroner anjiyografide işlem uygulanmayan damarların herhangi birinde %50'den fazla darlık saptanmayan ve 60 yaşın altındaki hastalarda iskeminin sol ventrikül fonksiyonları üzerindeki etkisinin doku dopler ekokardiyografi ile incelenmesi, başarılı perkütan koroner girişimin (perkütan transluminal koroner anjiyoplasti + stent) bu fonksiyonlar üzerindeki etkilerinin araştırılmasıdır.

Reperfüzyon sonrası sol ventrikülün sistolik ve diyastolik fonksiyonlarının düzelmeye süresi hakkında çelişkili bilgiler mevcuttur ve düzelmeye erken dönemde değil geç dönemde olduğu söylenmektedir^(120,121,122,123,124,125,126,127). Çalışmamızda PKG sonrası 6. ayda DDG parametreleri kullanılarak global ve bölgesel sistolik ve diyastolik

fonksiyonlarda çoğu seğmentte istatiksels olarak anlamlı olmasada düzelme olduğunu gördük.

Doku doppler ekokardiografi koroner arter hastalıklarındaki bölgesel miyokardial fonksiyonun objektif, girişimsel olmayan değerlendirmesinde büyük ümit vaat etmekle birlikte, kalbin translasyonel ve komşu miyokard seğmentlerinin germe-çekme(tethering) hareketlerinden etkilenmesi ve açı bağımlı olması kullanılabilirliğini sınırlamaktadır^(31,34,53).

Sonuç olarak pulse dalga doku doppler ekokardiyografi ile elde edilen bölgesel akım hızları aynı yerde atımdan atıma önemli farklılık gösterebilir sol ventrikülün sistolik ve diyastolik fonksiyonlarının değerlendirilmesinde kolay uygulanabilir bir yöntemdir. Ancak geniş serilerde, değişik hasta gruplarında, çalışmalar yapılarak, patolojik durumların tespitindeki, standartların belirlenmesi gerekmektedir.

SUMMARY:

Echocardiography is a non-invasive, easy to use, and a cheap diagnostic tool which uses high frequency sound waves to evaluate structural and functional features of the heart ^(1,2). In the past few years, as in other medical divisions, important advancement in echocardiography and new techniques have been evolved. Tissue doppler imaging (TDI) is one of the evolved techniques used to evaluate quantitative global or regional wall motion abnormalities, systolic and diastolic functions of ventricles of the heart.

In previous studies, it was shown that in ischemic heart disease diastolic function is impaired before systolic left ventricular function, a diastolic dysfunction initiates first with regional dysfunction rather than global ^(6,7,8,9,10). As perfusion is restored after percutaneous coronary intervention, global and regional diastolic function is improved in early and late period, and this was shown in previous clinic studies ^(9,10). In ischemic heart disease, early diastolic velocity (E) and E/A ratio decreases in ischemic segments, late diastolic velocity (A) increases, regional isovolumetric relaxation time (IVRT) and deceleration time (DT) increases. Transmitral doppler current and tissue doppler imaging shows decrease in E wave, and an increase in A wave, decrease in E/A ratio, IVRT and DT. These findings are hallmark of diastolic function.

Aim of our study was to assess effects of ischemia on myocardial function before and after percutaneous coronary intervention in patients with angina pectoris, or whom a non-invasive test (treadmill test, myocardial perfusion SPECT) showed ischemia, and then coronary angiography was done and at least one epicardial coronary artery disease (>%70 obstruction identified a critical lesion) was diagnosed. Exclusion criteria were: Left ventricular hypertrophy, cardiac other pathology (valvular heart disease, cardiomyopathy, myocardial infarction, arrhythmia), pulmonary hypertension, <%50 obstruction in epicardial coronary artery, age >60 years old. Effects of ischemia were assessed by comparing tissue doppler evaluation of left ventricular diastolic function carried out before and after percutaneous intervention (PCI, percutaneous transluminal coronary angioplasty + stent implantation) when ischemia was resolved.

There are conflicting reports about the change in systolic and diastolic function of the left ventricle after reperfusion therapy. Mostly improvement is thought to take place not in the early period, but significantly in the late term ^(120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127). In our study, global and regional left ventricular systolic and diastolic function showed some improvement assessed by TDI parameters done after 6 months from PCI. But this improvement was not statistically significant.

Tissue doppler imaging is an objective, non-invasive and promising tool for evaluating regional wall motion abnormalities especially in coronary artery disease. TDI parameters are affected by adjacent myocardial segmentary tethering effects and angular resolution changes are high. These properties make this method restrictive and limit its use of this method.

In conclusion, although regional rate of flow assessed with pulse tissue doppler echocardiography shows beat to beat variance, it is an easy method to evaluate systolic and diastolic functions of the left ventricle. But there must be standarts of defining pathologic conditions and this can be achieved by carrying out larger studies including different patient groups in large series.

KAYNAKLAR :

1-Yılmaz R,Baykan M,Erdöl C.Pulsed wave doku doppler ekokardiyografi.Anadolu Kardiyoloji Dergisi,2003;3:54-59

2-Oğuzhan A. Doku doppler görüntüleme,Klinik ekokardiyografi ve diğer görüntüleme yöntemleri, MN medikal-Nobel 1.baskı 2007.s:53-70

3-Isaaz K, Thomson A, Ethovenot G, Cloez JL, Bremilla B, Pernot C. Doppler echocardiographic measurement of low velocity motion of left ventricular posterior wall.Am J Cardiol 1989; 64:66-75.

4-Nishimura RA, Housmans DR, Hatle LK, Tajik AJ. Assesment of diastolik function of the heart: background and current applications of doppler echocardiography.Part I.Physiologic and pathophysiology features.Mayo.Clin Proc 1989;64:71-81.

5-Buğra Z. Doku Doppler ekokardiyografi,Türkiye Klinikleri J Int Med Sci 2005, I(42):51-53

6-Feigenbaum H, Armstrong WF, Ryan T, eds.Feigenbaum' Echocardiography, 6 ed. Philadelphia, Liipincott Williams and Wilkins;2005. p: 32-176

7-Mandinov L, Eberli FR, Seiler C, Hess OM. Diastolic heart failure. Cardiovasc Res
2000 Mar 45:4 813-25.

8-Garcia-Fernandez MA, Azevedo J, Moreno M, Bermejo J, et al. Regional diastolic function in ischemic heart disease using pulsed wave Doppler tissue imaging. Eur Heart J1999 20:7 496-505.

9-Jensen J, Brodin LA, Lind B, et al. Deterioration in peak systolic velocity is closely related to ischemia during angioplasty: a vector cardiographic and tissue Doppler imaging study. Clin Sci (Loud). 2001 100(2):137-43.

10-Bach DS, Armstrong WF , Donovan CL, Muller DW. Quantitative doppler tissue imaging for assessment of regional myocardial velocities during transient ischemia. Am Heart J,1996 Oct. 132:721-5.

11-Nishimura R, Abel MD,Hatle LK,Tajik AJ .Assesment of diastolic function of teh heart background and current applications of doppler echocardiography.2.climical studies. Mayo clin. Proc. 1989;64:181-204

12-Fedele F, Trambaiolo P, Magni G, De Castro S, Cacciotti L. New modalities of

regional and global left ventricular functional analysis:state of the art.Am J Cardiol1998;81(Suppl):49G-57G.

13-Straub H.The diastolic filling of the mammalian heart.J. Physiol (Lond)1910; 40:378-88.

14-Rankin JS, McHale PA, Arentzen CE, Ling D, Greenfield JS, Anderson RW.The three-dimensional geometry of the left ventricle in the conscious dog.Circ Res 1976; 30:304-13.

15-Zamarano J, Wollbridge DR, Ge J,Drocd J, Xesser J,Erbel L. Noninvasive assessment of cardiacphysiology by tissue Doppler echocardiography:a comparison with invasive hemodynamics. Eur Heart J 1997; 18:330-9.

16-Gulati KV, Katz WE, Follansbee WP, Gorscan J. Mitral annular descent velocity by tissue Doppler echocardiography as an index of global left ventricular function. Am J Cardiol.1996; 77:979-984.

17-Bolca O, Eren M, Dagdeviren B,Soylu ve ark. T. Tek başına atriyal fibrilasyonlu olgularda sinus ritmine dönüşün sol ventrikül bölgesel miyokard doku hızlarına etkisi.Türk Kardiyoloji Dergisi. 2001;29:400-405.

18-Heusch G, Guth BD, Widman T , Peterson KL, Ross J. Ischaemic myocardial dysfunction assessed by temporal Fourier transform of regional myocardial wall thickening. Am Heart J.1987;113:116-24.

19-Uematsu M, Miyateke M, 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.

20-Grand PR. Special Article, notes on the muscular architecture of the left ventricle.Circulation;1965;32:301-305.

21-Hines R, Right ventricular function and failure: a review.The Yale Journ of Biology and Medicine.1991;64:295-307.

22-Oki T, Tabato T, Mistiro Y, Yamada H et al. Pulsed tissue doppler imaging of left ventricular systolic and diastolic wall motion velocities to evaluate differences between long and short axes in healthy subject.J Am Soc Echocardiogr 1999;12:308-13.

- 23-Garcia-Fernandez MA, Azevedo J, Moreno M et al. Segmental izovolumic relaxation time of the left ventricular myocardium by pulsed Doppler tissue imaging. A new index of regional diastolic function and normal pattern description. *Eur Heart J* 1996;17(Suppl)557:P3050.
- 24-Azevedo J, Garcia-Fernandez MA, Puerta P et al. Pattern of pulsed doppler tissue imaging of regional ventricular wall diastolic velocities in a normal population: Its relation with the left ventricular Doppler inflow profile (abstract) *Eur Heart J* 1995;16 (Suppl):451,2640
- 25-Kondo H, Masuyama T, Ishihara K. Digital subtraction high-frame-rate echocardiography in detecting delayed onset of regional left ventricular relaxation in ischemic heart disease. *Circulation* 1995; 91: 304-312.
- 26-Sohn DW, Chai IH, Lee DJ, et al. Assesment of mitral annulus velocity by doppler tissue imaging in the evaluatin of left ventricular diastolic function. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:p74-80
- 27-Yalcın F, Kaftan A, Muderrisoglu H et al. Is Doppler tissue velocity during early left ventricular filling preload independent *Heart* 2002;87:p336-9.
- 28-Ishida Y, Meisner JS, Tsujioka K et al. Left ventricular filling dynamics: influence of left ventricular relaxation and left atrial pressure. *Circulation*. 1986 Jul;74(I):p187-96.
- 29-European Study Group on Diastolic Heart Failure, How to diagnose diastolic heart failure. *Eur Heart J* 1998;19:p990-1003
- 30-Mandinov L, Eberli FR, Seiler C, Hess OM. Diastolic heart failure. *Cardiovasc Res* 2000 Mar 45;4:p813-25.
- 31-Isaaz K. What are we actually measuring by Doppler tissue imaging? *J Am Coll Cardiol*. 2000 Sep;36(3):p97-9.
- 32-Shan K, Bick RJ, Poindexter BJ et al. Relation of tissue Doppler derived myocardial velocities to myocardial structure and beta-adrenergic receptor density in humans. *J Am Coll Cardiol*. 2000 Sep;36(3):p891-6
- 33-Pai RG, Gill KS. Amplitudes, durations, and timings of apically directed left ventricular myocardial velocities: I. Their normal pattern and coupling to ventricular filling and ejection. *J Am Soc Echocardiogr*. 1998, Feb;11(2):p105-11.

- 34-Isaaz K, Munoz del Romeral L, Lee E, Scihiller NB. Quantitation of the motion of the cardiac base in normal subjects by Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1993; 6:p166-76.
- 35-Greenbaum RA, Ho SY, Gibson DG, Becker AE, Anderson RH. Left ventricular fibber architecture in man. *Br Hear J*. 1981 Mar;45(3):p248-63.
- 36-Schiller M.et al. Recommedations for quantitation of the left venticle by two dimensional echocardiographyj *Am soc Echocardiogr* 1989; 2:362.
- 37-Grand PR. Special Article, notes on the muscular architectur of the left ventricle. *Circulation*,1965,32:p301-305.
- 38-McDicken WN, Sutherland GR, Moran CM, Gordon L. Colour doppler velocity imaging of the myocardium.*Ultrasound Med Biol* 1992;18:p651-4.
- 39-Sutherland GR, Stewart MJ, Groundstroem WE et al. Color doppler Myocardial imaging: a new technique for the assesment of myocardial functionJ *AmSoc Echocardiogr* 1994; 7:p441-58.
- 40-Henein MY,Gibson DG. Editorial, normal long axis function.*Heart* 1999;81:p111-113.
- 41-Galiuto L, Igone G, De Maria AN. Contraction and relaxation velocities of the normal left ventricle using pulsed-wave tissue Doppler Echocardiography.*Am J Cardiol* 1998;81:p609-14.
- 42-Jones CJ, Rapose L, Gibson DG. Functional importance of the long-axis dynamics of the human leftventricle. *Br Heart J*,1990;63:p215-220.
- 43-Erol Ç,:Ekokardiyografiye giriş ve normal eko, Klinik ekokardiyografi ve diğer görüntülemeyöntemleri,MN medikal-Nobel 1.baskı 2007.s9-19
- 44- Yeşilbursa D. Ekokardiyografi,standart inceleme ve endikasyonları,Türkiye Klinikleri J *Cardiology* 2003,I(16):s439-47
- 45-Binak K, İlerigelen B, Sırmacı N. Teknik Kardiyoloji:p66-120
- 46- Weyman,Arthur E. Principles and practice of echocardiography. 2th ed. USA, Lea & Febiger,1994,p32-86
- 47-Umman B. Doppler ekokardiyografi,Türkiye Klinikleri J *Int Med Sci* 2005,I(42):s39-50

- 48-Sutherland GR, Bijmens B, McDicken WN. Tissue Doppler echocardiography: Historical perspective and technological considerations. *Echocardiography* 1999; 16:p445-66
- 49-Oğuzhan A, Abacı A, Çetin S. Doku doppler ekokardiyografi Türk kardiyoloji dergisi, 2000;2:p35-41
- 50-Garcia MJ, Rodriguez L, Homa D, et al. Intramyocardial motion assessment by doppler ultrasound characteristic findings in normal subjects (abstract). *J Am Soc Echocardiogr*. 1994;7:p514.
- 51-Garcia MJ, Rodriguez L, Ares M, et al. Myocardial wall velocity assessment by pulsed Doppler tissue imaging: Characteristic findings in normal subjects. *Am Heart J*, 1996;132:p648-56
- 52-Sutherland GR, Fleming A, McDicken WN et al. Does Doppler myocardial imaging give new insight or simply old information revisited ? *Heart* 1996;76(3):p197-9.
- 53-Garcia MJ, Thomas JD, Klein AL. New Doppler echocardiographic applications for the study of diastolic function. *J Am Coll Cardiol* 1998,32;4:p865-875
- 54-Gibson DG, Brown DJ. Measurement of peak rate of left ventricular movement in man comparison with echocardiography with angiography. *Br Heart J* 1973;35:p1141-47
- 55-Sutherland GR, Hatle L. Pulsed doppler myocardial imaging: a new approach to regional longitudinal function. *Eur J Echocardiogr* 2000;1:p81-88
- 56- Dumesnil JG, Paulin C, Pibarot P. Mitral annulus velocities by doppler tissue imaging: practical implications with regard to preload alterations, sample position and normal values. *J Am Soc Echocardiogr* 2002;15:p1226-32
- 57-Waggoner AD, Bierig SM. Tissue doppler imaging: a useful echocardiographic method for the cardiac sonographer to assess systolic and diastolic ventricular function. *J Am soc Echocardiogr* 2001;14:p1143-51
- 58-Price DJA, Wallbridge DR, Stewart MJ Tissue doppler imaging: current and potential clinical applications. *Heart* 2000;84(Suppl):I p1-18.
- 59- Gretnbaum RA, Ho SY, Gibson DG. Functional importance of the long-axis dynamics of the human left ventricle. *Br Heart J* 1981;63:p215-23

60-Soeki T, Fukuda N, Shinohara H, et al. Mitral inflow and mitral annular motion velocities in patients with mitral annular calcification: evaluation by pulsed doppler echocardiography and pulsed doppler tissue imaging. *Eur J Echocardiogr* 2002;3:p128-36

61-Kukulski T, Wilkenshoff UM, Strotmann JM et al. A comparison of regional myocardial velocity information derived by either pulsed or color doppler techniques. An *invivo* and *invitro* study. *Echocardiography* 2000;17:p639-45

62-Fleming A, Xia X, McDicken WN et al. Myocardial velocity gradients detected by doppler imaging systems. *Br J Radiol* 1994;67:p679-86

63-Oki T, Tabata T, Yamada H, et al. Clinical application of pulsed doppler tissue imaging for assessment of abnormal ventricular relaxation. *Am J Cardiol* 1997;79:p921-30

64-Ramos G, Pai RG, Konvaljit S, et al. Amplitudes durations and timings of apically directed left ventricular myocardial velocities: I. Their normal pattern and coupling to ventricular filling and ejection. *J Am Soc Echocardiogr* 1998; 11:105-11.

65-Garcia-Fernandez MA, Azevedo J, Moreno M, et al. Regional left ventricular dysfunction evaluated by pulsed-tissue doppler echocardiography. *Echocardiography* 1999;16:p491-98

66-Alam M, Wardell J, Anderson E, et al. Characteristic of mitral and tricuspid annular velocities determined by pulsed wave Doppler tissue imaging in healthy subjects. *J Am Soc Echocardiogr* 1999;12:p618.-27

67-Sohn D-W, Cbaj IH, Lee DJ, et al. Assessment of mitral annulus velocity by Doppler tissue imaging in evaluation of left ventricular diastolic function. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:p474-81

68-Agmon Y, Oh JK, McCarthy JT, et al. Effect of volume reduction on mitral annular diastolic velocities in hemodialysis patients. *Am J Cardiol* 2000;85:p665-69

69-Dinçer I, Kumbasar D, Nergisoglu G, et al. Assessment of left ventricular diastolic function with doppler tissue imaging: effect of preload and place of measurements. *Int J Cardiovasc Imaging* 2002;18:p155-64.

70-Oğuzhan A, Arınç H, Abacı A, et al. Preload dependence of doppler tissue imaging derived indexes of left ventricular diastolic function *Echocardiography* 2005;22:p320-28

71-Fistenberg MS, Greenberg NL, Main ML, et al. Determinants of diastolic myocardial tissue Doppler velocities: influences of relaxation and preload. *J Appl Physiol* 2001;90:p299-306

72-Nagueh SF, Middleton KJ, Kopelen HA, et al. Doppler tissue imaging: a noninvasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressures. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:p1527-33

73-Oğuzhan A, Abacı A, Eryol NK, et al. Doku doppler görüntülemesi: sol ventrikül divastol sonu basıncının noninvazif tahmininde yeni bir teknik. *Turk Kardiyol Dern Ars* 2000; 28:p82.

74-Nagueh SF, Mikati I, Kopelen HA, et al. Doppler estimation of left ventricular filling pressure in sinus tachycardia: a new application of tissue doppler imaging. *Circulation* 1998 98:p1644-52

75-Nishimura RA, Appleton CP, Redfield MM, et al. Noninvasive doppler echocardiographic evaluation of left ventricular filling pressure in patients with cardiomyopathies: a simultaneous doppler echocardiographic and cardiac catheterization study. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:p1226-34

76-Gotz CR, Manolios M, Thohan V, et al. Impact of left ventricular ejection fraction on estimation of left ventricular filling pressures using tissue Doppler and flow propagation velocity. *Am J Cardiol* 2002;91:p780-86.

77-Ommen SR, Nishimura RA, Appleton CP, et al. Clinical utility of doppler echocardiography and tissue doppler imaging in the estimation of left ventricular filling pressures: a comparative simultaneous doppler catheterization study. *Circulation* 2000;102:p1788-94.

78-Tighe DA, Vinch CS, Hill JC, et al. Influence of age on assessment of diastolic function by Doppler tissue imaging. *Am J Cardiol* 2003;91:p254-60

79-Wang M, Yip GW, Wang AY, et al. Peak early diastolic mitral annulus velocity by tissue doppler imaging adds independent and incremental prognostic value. *J Am Coll Cardiol* 2003;41:p820-27.

80-Yamamoto T, Oki T, Yamada H, et al. Prognostic value of the atrial systolic mitral annular motion velocity in patients with left ventricular systolic dysfunction. J Am Soc Echocardiogr 2003;15:p333-41.

81-Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N et al. Augmentation of left atrial contribution of left ventricular inflow with aging as assessed by intracardiac doppler flowmetry. Am Coll Card. 1984;53:586-589

82-Brunnazzi MC, Chirillo F, Pasquillani M, et al. Estimation of left ventricular diastolic pressures from precordial pulsed wave doppler analysis of pulmonary venous and mitral flow. Am. Heart 1994;128;p293-98

83-Nishimura RA, Abel MD, Hatle HK, Tajik J, Relation of pulmonary vein to mitral flow velocities by transesophageal doppler echocardiography; Effect of different loading condition Circ. 1990 ;81;p1488

84-Masuyama T, Lee JM, Tamai M, Tanouchi J, Kitabake A, Kamada T et al. Pulmonary venous flow velocity pattern as assessed with transthoracic PW doppler echocardiography in subjects without cardiac disease Am J. Card. 1991 ; 67; 1396

85-Appleton CP, Gonzales MS, Basnight MA Relationship of left atrial pressure and pulmonary venous flow velocities J Am Soc. Echo: 1994 ;264;275

86-Keren G, Sherez J, Megidish R; et al. Pulmonary venous flow pattern its relation to cardiac dynamics ; a pulsed doppler echocardiographic study. Circ. 1985 ;71 ;1105-11

87-Demarchi SF, Bodenmuller M, Lai DL, Seiler C, Pulmonary Venous flow velocity patterns in 404 individuals without cardiovascular disease. Heart 2001;85;23-29

88-Zaky A, Grabhorn L, Feigenbaum H. Movement of the mitral ring: a study in ultrasound cardiography. Cardiovasc Res. 1967;1:p121.

89-Beckman S, Schartl M, Bocksch W, Fleck E. Diagnosis of coronary artery disease and viable myocardium by stress echocardiography. Am J Cardiol 1995(supp J) :10-18.

90-Pai RG, Bodenheimer MM, Pai SM, et al. Usefulness of systolic excursion of the mitral annulus as an index of left ventricular systolic function. *Am J Cardiol* 1991;67:p222-24.

91-Gorscan J, Strum DP, Mandarino WA, et al. Quantitative assessment of alterations in regional left ventricular contractility with color-coded tissue doppler echocardiography with sonomicrometry and pressure-volume relations. *Circulation* 1997;95:p2423.

92-Fukuda K, Oki T, Tabata T, et al. Regional left ventricular wall motion abnormalities in myocardial infarction and mitral annular descent velocities studied with pulsed doppler imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 1998;11:p841.

93-Gulati VK, Katz WE, Follansbee WP et al. Mitral annular descent velocity by tissue doppler echocardiography as a index of global left ventricular function. *Am J Cardiol* 1996;77:p979-84

94-Yip G, Wang M, Zhang Y, et al. Left ventricular long axis function in diastolic heart failure is reduced in both diastole and systole: time for redefinition. *Heart* 2002; 87:121.

95-Yu CM, Lin H, Yang H, et al. Progression of systolic abnormalities in patients with isolated diastolic heart failure and diastolic dysfunction. *Circulation* 2002; 105:1195.

96-Fang ZY, Lcano R, Marwick TH. Relationship between longitudinal and radial contractility in subclinical diabetic heart disease. *Clin Sci (Lond)* 2004; 106:53.

97-Tennant R, Wiggers CJ; The effect of coronary occlusion on myocardial contraction. *Am J Physiol* 1992;112:p351-55

98-Henein MY, Anagnostopoulos C, Das SK, et al. Left ventricular long axis disturbances as predictors for thallium perfusion defects in patients with known peripheral vascular disease. *Heart* 1998; 79:p295-302.

99-Derumeaux G, Ovize M, Lofoua J, et al. Doppler tissue imaging quantitates regional wall motion during myocardial ischemia and reperfusion. *Circulation*.1998;97:p1970-

78.100-Skulstad H, Lyseggen E, Edvardsen T, et al. The ratio between systolic lengthening and postsystolic shortening: a marker of myocardial viability. *Eur Heart J* 24(abstr suppl): 2003;p242.

101-Voigt JU, Lindenmeier G, Exner B, et al. Incidence and characteristic of segmental postsystolic longitudinal shortening in normal, acutely ischemic, and scarred myocardium. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:p415-23.

102-Baykan M, Yilmaz R, Celik S, et al. Assessment of left ventricular systolic and diastolic function by Doppler tissue imaging in patients with preinfarction angina. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:p1024-29

103-Vogel M, Cheung MM, Li J, et al. Noninvasive assessment of left ventricular force-frequency relationships using tissue doppler-derived isovolumic acceleration validation in an animal model. *Circulation* 2003;107:p1647

104-Lyseggen E, Rabben SI, Skulstad H, et al. Myocardial acceleration during isovolumic contraction is it really a sensitive index of myocardial function? *Eur Heart J* 23(suppl 1);2002;p273.

105-Edvardsen T, Urheim S, Skulstad H, et al. Quantification of left ventricular systolic function by tissue doppler echocardiography. Added value of measuring pre-and post ejection velocities in ischemic myocardium *Circulation* 2002;105:p2071

106-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:p717-724.

107- Edvardsen T, Aakhus S, Endresen K, et al. Acute regional myocardial ischemia identified by 2-dimensional multiregion tissue doppler imaging technique. *J Am Soc Echocardiogr* 2000 Nov;13(11):p986-94.

108-Nishimura E, Abel MD, Hattle LK, Tajite AJ. Assessment of diastolic function of the heart, background and current applications of Doppler echocardiography. Part 2. Clinical Studies. *Mayo Clin Proc* 1989;64:p181-204.

109-Ioannidis JPA, Salem D, Chew PW, et al. Accuracy of imaging technologies in the diagnosis of acute cardiac ischemia in the emergency department: a meta-analysis. *Ann Emerg Med* 2001;37:p471-7.

110-Urheim S, Edwardsen T, Tarp H, Angelsen B, Smiseth O. Myocardial Strain by Doppler echocardiography; validation of a new method to quantify regional myocardial function. *Circulation* 2000;102:115;p8-64.

111-Kukulski T, Jamal F, D'hauge J, et al. Acute ischemic changes in systolic and diastolic events during clinical coronary angioplasty: a comparison of regional velocity, strain rate and strain measurement. *J Am Soc Echocardiogr* 2002;15:p1-12.)

112-Rahimtoola SH. A perspective on the three large multicenter randomized clinical trials of coronary bypass surgery for chronic stable angina. *Circulation* 1985;72(6 pt 2): 123-35.)

113-Braunwald E, Kloner RA. The stunned myocardium: prolonged post ischemic ventricular dysfunction. *Circulation* 1982;66(6):p1146-9

114-Pfisterer ME, Buser P, Osswald S, Weiss P, Bremerich J, Burkart F. Time dependence of left ventricular recovery after delayed recanalization of an occluded infarct-related coronary artery: findings of a pilot study. *J Am Coll Cardiol* 1998 32(1):p97-102.

115-Ottenanger JP, Van't Hof AW, Reiffers S, et al. Long-term recovery of left ventricular function after primary angioplasty for acute myocardial infarction. *Eur Heart J*. 2001 May;22(9):p785-90.

116- Vedat Ertunç, Prof Dr Haşim Mutlu; Perkutan transluminal koroner anjiyoplasti yapılan iskemik kalp hastalarının sol ventrikül fonksiyonlarının doku doppler ekokardiyografi ile değerlendirilmesi. Kardiyoloji uzmanlık tezi, İstanbul Üniversitesi Kardiyoloji Enstitüsü, Kardiyoloji Bölümü, 2001

117-Marban E. Myocardial stunning and hibernation. The physiology behind the colloquialisms. *Circulation*. 1991 Feb;83(2):p681-8.

118-Gasior Z, Drzewiecki J, Wita K, et al. Left ventricular systolic function after PTCA recent and late assessment by exercise echocardiography. *Pol Arch Med Wewn*. 1994 Oct;92(4):p307-12.

119-Schmidt WG, Sheehan FH, von Essen R, Uebis R, Effert S. Evolution of left ventricular function after intracoronary thrombolysis for acute myocardial infarction. *Am J Cardiol*. 1989 Mar 1 ;63(9):p497-502.

120-Lewis JF, Verani MS, Poliner LR, Lewis JM, Raizner AE. Effects of transluminal coronary angioplasty on left ventricular systolic and diastolic function at rest and during exercise. *Am Heart J* 1985 Apr;109(4):p792-8

121-Carroll JD, Hess OM, Hirzel HO, Turina M, Krayenbuehl HP. Left ventricular systolic and diastolic function in coronary artery disease: effects of revascularization on exercise-induced ischemia. *Circulation* 1985 Jul;72(1):p119-29

122-Mizuno K, Arakawa K, Shibuya, et al. Improved regional and global diastolic performance in patients with coronary artery disease after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am Heart J* 1988 Feb;115(2):p302-6

123-Cohen M, Charney R, Hershman R, Fuster V, Gorlin R. Reversal of chronic ischemic myocardial dysfunction after transluminal coronary angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 1988 Nov; 12(5):p1193-8

124-Bayata S, Susam I, Pinar A, et al. New doppler echocardiographic applications for the evaluation of early alterations in left ventricular diastolic function after coronary angioplasty. *Eur J Echocardiogr.* 2000 Jun;1(2):p105-8.

125-Ricou F, Lerch R, Meier B, Rutishauser W. Abnormal left ventricular filling pattern in patients with single vessel coronary artery disease: effect of angioplasty. *Cardiology.* 1992;80(3-4):p230-6.

126-Masuyama T, Kodama K, Nakatani S, Nanto S, Kitabatake A, Kamada T. Effects of changes in coronary stenosis on left ventricular diastolic filling assessed with pulsed Doppler echocardiography. *J Am Coll Cardiol.* 1988 Apr; 11 (4):p744-51.

127-Leung WH, Lau CP. Correlation of quantitative angiographic parameters with changes in left ventricular diastolic function after angioplasty of the left anterior descending coronary artery. *Am J Cardiol.* 1991 May 15;67(13):p1061-6

128- Quintana DS, Climent V, Ho YS, Anderson RH: Myoarchitecture and connective tissue in hearts with tricuspid atresia *Heart* 1999;81:p182-191.

129-Horie H, Takahashi M, Minai K, et al. Long-term beneficial effect of late reperfusion for acute anterior myocardial infarction with percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Circulation.* 1998, Dec 1;98(22):p2377-82.

130-Strotmann JM, Richter A, Kukulski T, et al. Doppler myocardial imaging in the assessment of regional myocardial function in longitudinal direction pre and post-PTCA. *Eur J Echocardiogr.* 2001 Sep;2(3):p178-86.

131-Miketic S, Carlsson J, Tebbe U. Improvement of global and regional left ventricular function by percutaneous transluminal coronary angioplasty after myocardial infarction. J Am Coll Cardiol. 1995 Mar 15;25(4):843-7

132-Ottervanger JP, Van't Hof AW, Reiffers S, et al. Long-term recovery of left ventricular function after primary angioplasty for acute myocardial infarction. Eur Heart J. 2001 May;22(9):p785-90.

133-Ohte N, Narita H, Hashimoto T, et al. Differentiation of abnormal relaxation pattern with aging from abnormal relaxation pattern with coronary artery disease in transmitral flow with the use of tissue doppler imaging of mitral annulus. J Am Soc Echocardiogr 1999;12:p629-35.

134-Garcia MJ, Rogriguez L, Ares MA, et al. Differentiation of constrictive pericarditis from restrictive cardiomyopathy assessment of left ventricular diastolic velocities in the longitudinal axis by doppler tissue imaging. J Am Coll Cardiol 1996;27:p108-14.

135-Barletta G, Del Bene R, Lo Sapió P, Gallini C, Fantini F. Postejecction thickening as a marker of viable myocardium. An echocardiographic study in patients with chronic coronary artery disease. Basic Res Cardiol 1998;93(4) :p313-24

136- Enar R. Akut Miyokard infarktsü Komplikasyonları 1999:p447-576.

137- J.R.T.C. Roelandt, MD; M. Pozzoli, MD. Non-Invasive Assessment of Left Ventricular Diastolic Function and Filling Pressure JAMA 2003; 289; 194-202.

138- Valeria Chetboul. Tissue doppler imaging : a promising technique for quantifying regional myocardial function. J. of veterinary cardiology, vol : 4, no 2, November 2002.