

# Kalp Hastalıklarında Doppler Ekokardiyogramın Yeri

Cemal LÜLECİ\*  
Nuriye SARIKOL\*\*

Bir çok kalp hastalıklarının tanı ve fonksiyonları hakkındaki bilgiler, ekokardiyogram sayesinde, süratle elde edilmektedir.

Son yıllarda Doppler yönteminin ekokardiyogram eklenmesi ile oluşan Doppler ekokardiyografi dolayısıyla kapaklardan geçen kan akımının, kalp debisinin, kalpçinşantmiktarının, kapaklardakiregurji tasyon yerinin ve volumetrik değerinin yanında stenotik kapakların alan ölçümlerini yapmak imkân dahiline girmiştir (1-5).

Doppler ekokardiyografi. klasik ekokardiyografide olduğu gibi. kansız bir şekilde yapılmaktadır. Defalarca tekrarlanabilir. Hastaya karşı toksik herhangi etkisi bulunmaz ve kanlı yöntemlerde elde edilen verilere uygunluk gösterir. Bu yöntem ile elde edilen bilgilerin, kanlı yöntem veya diğer sağlıklı yöntemlere olan paralellığı ise bazı kaidelere bağlıdır (6-12).

## Tarihçe

Doppler yöntemiyle kan akım hızının ölçülmesinin ilk deneysel çalışması 1956 yılına dayanmaktadır (13). İlk çalışmalar devamlı Doppler dalgası ile gerçekleştirilmiş ve 1961 yılında damar içinden geçen kan akımı doğru olarak ölçülmüştür (14). Ölçümlerde daha kolay bir teknik olan atımlı (pulsed) Doppler ile ölçümler ise 1970 yılında gerçekleştirilmiştir (15) Kardiyolojide rutin kullanıma girmesi ise 1976 yılında kapaklar arasında basınç farkının gösterilmesi ile başlamıştır (6). Son yıllarda ülkemizde de yaygın kullanma sahasına girme durumundadır. Bu yöntem, Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesinde 1986 yılından beri uygulanmaktadır.

## Doppler Prensibi

Doppler yönteminin prensibi ultrasonik dalganın hareketli bir cisme çarptıktan sonra dul-ja frekansım değıştirmesidir. Yollanan ultrason dalgasının,

frekansı ile geri dönen ultrason frekans farkına frekans şifti veya frekans aralığı adı verilir. Frekans aralığı aşağıdaki formülle hesaplanabilir (16,17);  $fd=2.2.v.cos \text{ alfa}/c$ 'dir. Formüldeki  $fd$  frekans şifti veya frekans aralığını,  $f$  ise yollanan ultrason frekansını,  $v$  kan akım hızını,  $\cos$  alfa ise kan akım yönü ile transdüser arasındaki açının kosinüsünü,  $c$  ise doku içindeki ultrason hızını gösterir. Bu formüle göre  $v=fd.c/2f.cos \text{ alfa}$ 'dir. Transdüser ile kan akımı arasındaki açı Doppler sistemine bağlı B mode eko sayesinde bilinir; yollanan frekansın değeri aletin transdüserinde sabit olup. geri donen frekans ise alet tarafından değerlendirilmektedir (18). Yukardaki parametreler, kan akım hızının değerlendirilmesindeki temel değerlerdir.

Hız ölçümlerinde alman mesafe, metre veya santimetre olarak, süre ise saniye olarak gösterilir (m/san). Yollanan frekans alet markalarına göre farklılık göstermekle beraber genellikle 2-5 MHz arasındadır. Dokular içinde ultrason hızı değışiklik göstermekle beraber, yayınlarda verilen değerler 1540-1560 m/san arasında değışmektedir (19). Frekans aralığı ( $fd$ ) kulağın duyabileceği sınırlar içindedir. Transdüserden yollanan ultrason yönü ile kan akımının yönü birbirine paralel ise  $\cos$  alfa değeri bire eşit olacağından ayrıca hesaplanmasına gerek kalmaz.

## Doppler Ekokardiyografi Çeşitleri

Doppler ekokardiyografinin üç çeşidi vardır:

- Devamlı (continuous).
- Atımlı (pulsed) ve
- Renkli (color)

Devamlı Doppler sisteminde ultrosan yollayan ve hareketli cisme çarpıp yansıyan ultrosan dalgalarını algılayan iki transdüser bir modüle monte edilmiştir.

\* Fırat üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Öğr. üyesi

\*\* Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Ekokardiyografi teknisyeni

Bu sistemin en büyük üstünlüğü 7.75 m/san ye kadar olan yüksek akım hızlarını doğru olarak ölçmesidir. Bu sistem 0-7.75 m/san arasındaki akım hızlarını tesbit eder. Valvuler kalp hastalıklarında bu sistem daha geçerlidir. Diğer bir avantajı 20 cm'lik derinlikleri rahatlıkla araştırabilmesidir.

Atım Dopplerde ise yollayan ve algılayan transdüser aynıdır. Araştırılan akım bir derinliğin tüm akımı yerine, spesifik bir derinliğin, spesifik yönde, B mode altında incelenmesini sağlar. Dolayısıyla kalbin en küçük bir lokalizasyon akımının ölçülebilmesi, bu sisteme büyük bir üstünlük sağlamaktadır. Turbulant akımının yerini ve derinliğini göstermede akım hızı nm yüksek olmadığı damar akımının değerlendirilmesinde, bu sistem tercih edilebilir (20). Kullanılmasının sınırlı olduğu haller ise 13 cm'den daha derin bölgeleri inceleyememesi ve 1.29 m/sn'nin üstündeki hızların değerlendirmesini yapmamasıdır.

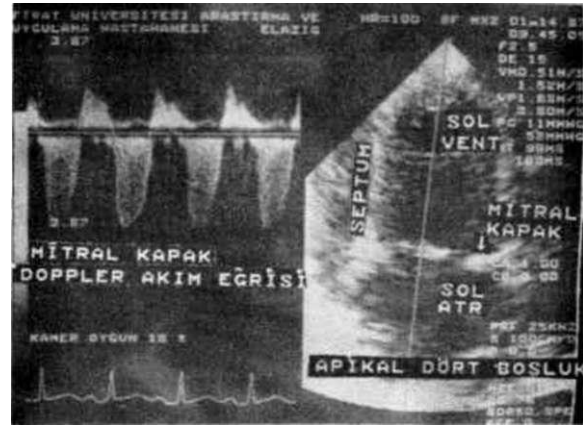
Renkil Doppler ise Doppler sisteminin teknolojik harikası olarak değerlendirilebilir. B mode veya M mode üzerinde, giden ve gelen kan akımları ayrı renklerde gösterilebilir. Konjenital ve valvuler kalp hastalıklarında, tanı koymaya sürat kazandırır. Pahalı olması ve bazı düşük akım hızlarını renklendirmemesi dışında sınırlı olduğu saha yoktur (21).

### Doppler Ekokardiyogramın Kullanma Tekniği

Şekil 1'de görüldüğü gibi, akımının ölçülmesi istenen yer, hedef olarak seçilir. Devamlı Doppler dalgasında hedef noktaya yollayan ve algılayan Doppler dalgasının yönü B mod ekokardiyografide hakiki zamanda görülmekte olup, hedef çizgilerinin istenilen noktada birbirleri ile kesişmeleri sağlanır. Doppler dalgasının yönü ile kan akım yönünün birbirine paralel olmasına azami derecede dikkat edilir. Atımlı Dopplerde, akımın ölçüleceği hedef, B mode üzerinde tek bir doğrultuda istenilen derinlikte ayarlanabilir. Doppler kardiogramda hız eğrisi, kan akımı transdüseri yaklaşıyorsa temel çizginin üstünde, kan akımı uzaklaşıyorsa temel çizginin altındadır. Renkli Dopplerde hedef odak B veya M mode ile gösterildikten sonra, transdüserden uzaklaşan akım mavi, yaklaşan akım ise kırmızı renkte olup karışık (mozaik) renk ise turbulans akımını ifade eder.

### Doppler Ekokardiyogramın Uygulama Sahası

Doppler ekokardiyogramın en çok uygulandığı saha, kapak veya damardan geçen kan akım miktarının ölçülmesidir. Kalp debisi=akım volumu X kalp hızıdır. Kalp hızı hastaya bağlanan EKG aracılığıyla sayesinde ölçülür. Atım volumu ise ortalama akım hızı X kapak alanıdır. Ortalama akım hızı, kapaklardan Doppler yöntemi ile ölçülen akım hız integralin-



Şekil-1. Yukardaki devamlı Doppler ekokardiyogram örneği, mitral hastalığı olan bir olguya aittir. B mode ekokardiyogram örneğinde transdüserden yollanan noktalı (yollayıcı) ve düz (algılayıcı) çizgiler hedef yer olan mitral kapakta birleşmiştir. Dolayısıyla Doppler akımının araştırıldığı yer mitral kapaktaki akım örneği olmaktadır. Yollanan ultrason dalgasının kan akımına paralel olmasına dikkat edilmiştir. Soldaki Doppler akım örneği ise bir temel çizginin üstünde veya altındadır. Üstte olması akımın transdüserine doğru alta olması ise transdüserden uzaklaşması demektir. Altındaki EKG örneği Doppler akım örneği ile karşılaştırıldığında normalde mitral kapakta olmaması gereken sistolik kaçak akım dikkati çekmektedir. Doppler akım örneği aletteki bir sistemle sınırları çizildiğinde, alet tarafından, makalede anlatılan formüller yoluyla ortalama akım hızı (VM), maksimal akım hızı (VP), maksimal basınç gradiyenti (PG), basınç yarılanma süresi (HT) değerlerim verir. Olgumuzda mitral diastolik akımda VM=0.51 M/San, VP=1.68 M/San, VP=11 mm Hg, HT'ye göre mitral kapak alam 22 cm. karedir. Mitral yetmezliği akımında ise VM=1.52 M/San, VP=3.8 M/San, PG=58 mmHg olup, mitral yetmezliğinde HT'nin rolü pratikte önemli değildir.

den Doppler aleti içindeki bilgisayar aracılığı ile (Bak şekillerde VM değerleri) veya 1.14 (maksimal akım hızı X 1/2 ejeksiyon süresi)+0.30 formülü ile hesaplanabilir (22).

Kalp debisi veya atım volümü hesaplanırken en önemli problem kapak alanlarının ölçümüdür. Hesaplamalar mitral kapağında yapılırken a) mitral anulus çapından bir daire düşünülerek b) mitral kapağı elipsoid düşünülüp birbirine dik iki çap alınarak c) Kapağın maksimal ve minimal açılmalarından ortalama mitral alanı bulunarak hesaplanabilir. Açıklananlardan ilk seçenek, invaziv çalışmalarda en iyi korelasyon gösterenidir (23). Daha sonraki çalışmalarda, anuler çap ölçülmesi, diğer kapaklarda da uygulanmış ve oldukça iyi sonuçlar alınmıştır. Bu yöntemle göre aort ve trikuspid kapaklardan elde edilen sonuç-

iar, kanlı yöntemlerle alınan sonuçlara en yakın olanlarıdır (24). Alan hesabı yapılırken dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, anuler çap hesaplanırken 1 mm'lik hastanın debide %6,2 mm'lik hatanın ise %23 civarında bir sapma yapabileceğinin bilinmesidir.

Doppler ekokardiyogramın diğer kullanma sahası ise kapaklar veya darlık gösteren damar yapısındaki proksimal ve distal boşluklar arasındaki basınç farkının gösterilmesidir. Bunun için maksimal Doppler değerinin bilinmesi yeterlidir. Memoilili eşitliğine göre  $P1-P2=4X(VP)$  nin karesidir (P1 birinci boşluğu, P2 ikinci boşluğu, VP maksimal akım hızını simgeler). Bu yolla kapak darlıklarındaki basınç gradiyenti katetere lüzum göstermeden hesaplanabilir (25).

Doppler ekokardiyogramda akım uygulamaları hesaplanırken, ard arda gelen akım eğrileri birbirinin aynısı olmadığından, dört veya altı kompleksin ortalamaları alınmalıdır. Atrial fibrilasyonda ise bu rakam ona çıkarılmalıdır.

#### Doppler Ekokardiyogramın Kardiyolojide Tatbikat Alanları

Doppler ekokardiyogramda klinik tatbikat alanları:

- Ventrikü fonksiyonları;
- Intrakardiyak şant yeri ve miktarının gösterilmesi;
- Kapak darlıklarında basınç gradiyentinin ölçülmesi.
- Kapaklardaki kaçak kan akımının yeri ve miktarının değerlendirilmesi;
- Kapak alanlarının ölçülmesi;
- Protez kapakların mal fonksiyonları;
- Aritmilerin kan akımına olan etkisi;
- Pulmoner arter basıncının indirekt tesbiti

#### Ventrikü Fonksiyonlarının İncelenmesi

İlaçların kalp debisi ve periferik vasküler rezistansa olan etkisi incelenebilir (22). Debi, genellikle aort kapağından hesaplanır. Vasküler rezistans etkileri ise mitral kapaktaki maksimal erken doluş eğri amplitüdünün değerinin değişmesine bakılarak araştırılabilir. Hemodiyalizli vakalarda şantın yol açtığı diastolik volum yüklenmesi değerlendirilir (26). Multiprogramlı özellikle DDD tip pacemaker takılanlarda hız ile debi eğrisi ilişkisi tetkik edilebilir (27). Sol ventrikü komplians bozukluğu, kapak hastalığı olmayanlarda, mitral akımın atrial maksimal doluş amplitüdünden veya erken doluş maksimal akım eğrisi ile maksimal atrial doluş eğri oranlarından indirekt değerlendirilebilir (28).

#### Intrakardiyak Şant Yerin ve Miktarının Ölçülmesi

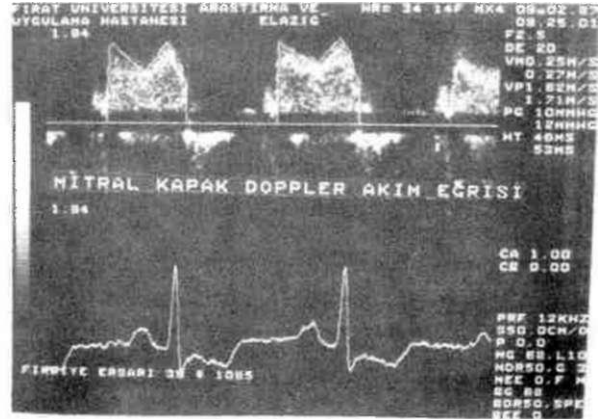
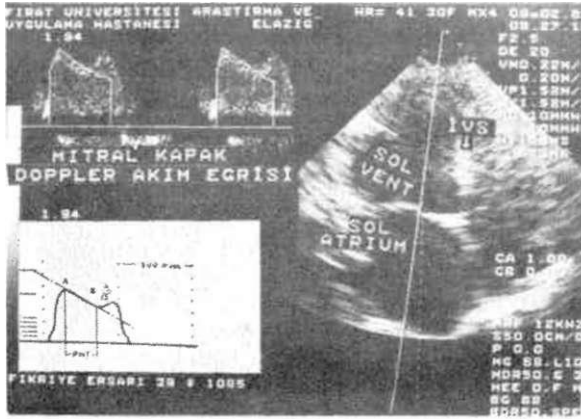
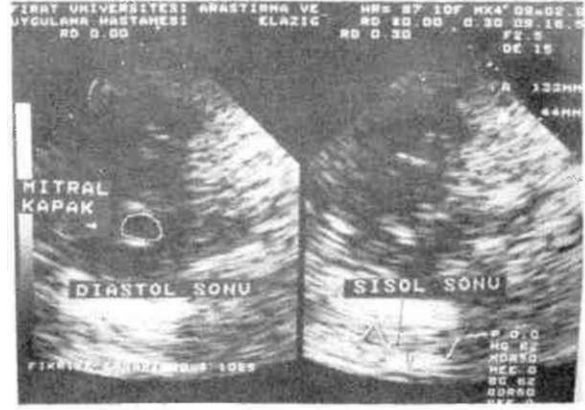
Intrakardiyak şant yeri, Renkli Doppler ile çok kısa sürede gözlenir. Turbulan akımın yerini, yönünü ve zamanlamasını, bu yöntemle görmek, kanlı yöntemlerdekinden farklı değildir. Devamlı ve atımlı Doppler tetkiklerinde şant düşünülen odaklarda ters akım veya turbulan akım araştırılır. Şant miktarı ise pulmoner ve aortik debi oranına bakılarak değerlendirilir. Kanlı yöntemlerle yapılan şant oranları ile Doppler yöntemi ile elde edilen şant oranları birbirine çok yakın değerler verir. Ancak büyük santiarda normalin altında değerler çıkabilir (29). Defektten geçen akım hızının ölçülmesiyle, şantı oluşturan defekt alanını hesaplamak imkan dahilindedir (Şekil 3).



Şekil-3. Bu olgu, ventriküler septal defekt (VSD) ön tanısı ile Doppler çalışmasına alınmıştır. Ventriküler septal (IVS) defekt akımına paralel olması için ekokardiyografik çalışına parasternal bölgeden yapılmıştır. Araştırılan hedef yer IVS olup, bu bölgede 3.43 M/San lik sol ventrikülden sağ ventriküle yönelmiş, EKG ye göre de sistolik zamana uyumlu kan akımı izlenmektedir. Maksimal akım şiddetine göre (VP) sol ventrikü ile sağ ventrikü arasındaki sistolik basınç gradiyenti yukardaki örneğe göre 47 ve 43 mm Hg'dir, Kan basıncından bulunan değerler çıkarılarak sağ ventrikü sistolik basıncı indirekt söylenebilir. Ventriküler septal defektin alanını bu olguda değerlendirmek için pulmoner atım volumu ile aortik atım volumunun farkı VSD deki ortalama akım hızına bölünmüş ve bu yolla VSü'nin efektif defekt alanı ölçülmüştür. Bu olgumuzda pulmoner atım volumu ile aortik atım volum farkı 31 cm. küpdür ve defektin ortalama akım hızı 114 cm/saniye'dir. Buna göre  $31/114=0.27$  cm. kare defektin alan ulaktadır. Şant oranı ise pulmoner atım volumu/aortik atım volumu, 1.35'dir. Doppler bulgularına göre, hasta operasyon hududu dışında VSD olarak değerlendirilmiştir.

### Kapak Darlıklarında Alan Ölçülmesi

Mitral darlığında Doppler yöntemi ile kapak alanı hesaplanabilir. Bunun için basınç yaralanma zamanı, mitral Doppler akım eğrisinden bulunur. Sabit rakam olan 220. bulunan yanlanma zamanına bölünürse, çıkan rakam mitral kapak alanına uyar (3-6,30). Bu konu yayınlarda oldukça işlenmiştir. Kliniğinizde yapılan 111 olguluk bir serimizde, B mode ortalaması 1.99 cm kare iken Doppler ile 1.78 cm kare bulunmuştur ve farklılık istatistiksel yönden önemli değildir. İleri derecede deforme kapaklarda, bu yöntemin kullanılmasında yarar vardır (Şekli 2). Aort ve pulmoner darlıklarda, Gorlin formülü ile kalp debisi iri-küsbit kapaklardan hesaplanabilir (31). Aort darlık-



Şekil-2. Bu örnekler mitral darlığı olan bir olguya aittir. Şekil 2A, B mode kısa akside alınmış mitral alan ölçümü olup, diastol sonunda kapak alanı 1.33 cm karedir. Şekil 2B'de ise devamlı Doppler ile mitral kapaktan alınmış Doppler akım örneğinde maksimal diastolik doluş hızı A noktası olup yarılanma noktası olan B ( $B=A/\sqrt{2}$ 'dir.) ile arasındaki süre (HT) basınç yanlanma süresi olup, bu süre aklimizde anlatılan formüle uygun olarak içindeki sistem aracılığı ile otomatik olarak verebilmektedir. Olgumuzda bu süreler 138 milisaniye ve 130 milisaniye bulunmuştur. Sabit rakam olan 220 bulunan yanlanma zamanına bölündüğünde elde edilen değer 1.64 cm kare olup, B mode ile 0.3 santimetre karelik bir farklılık gösterir ki pratikte önemsiz sayılabilir. Şekil 2C aynı olgu olup maksimal atrial doluş dalgası, maksimal erken doluş dalgasından daha yüksek değerdedir. Bu ise otomatik değerlendirme yapan aletlerde HT yalnız olarak atrial III'yi verir ki değerlendirilmeler hatalı olur. Olgumuzda atrial HT 46 ve 23 milisaniye olarak verilmektedir, bu değerlerle yapılan darlık alanlarının hesaplanması yalnız alan değerlendirmesi meydana getirir. Aleti ilk uygulayanların bu noktaya dikkat etmesi gerekir.

Sarında alan değerlendirilmesinde darlığın proksimalinde aianve hız çarpımı, darlıktaki hız ve alan çarpımına eşittir. Proksimaldeki  $hu$  ve alan, darlıktada hız, kolayca ölçülebilir. Bu eşitlikten faydalanılarak darlık alanı hesaplanabilir (32).

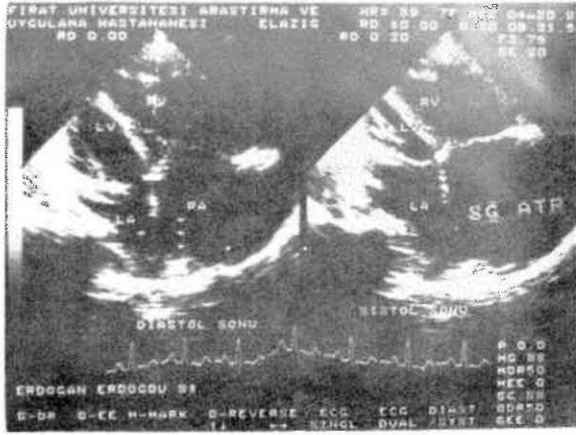
### Basınç Gradiyentinin Ölçülmesi

Aort ve puimoner darlıklarının değerlendirilmesinde önemli bir parametre olan basınç gradiyenti, Doppler ekokardiyogramia yukarda anlatılan Memouilli eşitliği ile kolayca bulunur. Kateterlerde elde edi-

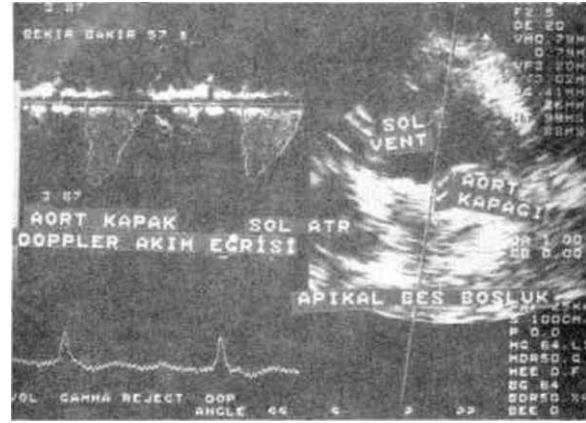
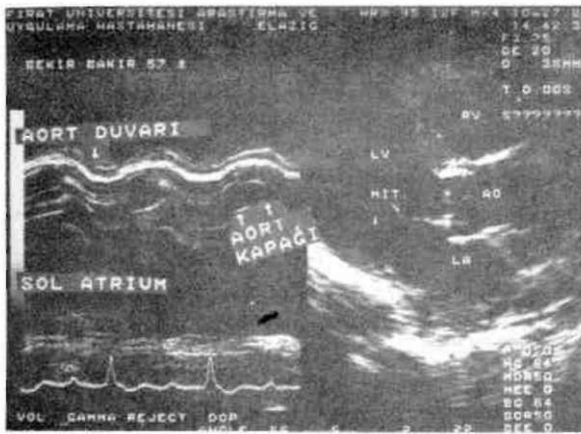
len basınç gradiyenti ile Dopplerle elde edilen değerler hemen hemen ayardır (33.34). Şekil 4'de puimoner. Şekil 5'de ise aort darlığının maksimal akım hızına göre darlığın değerlendirilmesi görülmektedir.

### Kapaklarda Kaçak Kan Akımının Değerlendirilmesi

Kapaklardaki kaçak kan akımının tanı ve miktarının belirlenmesi. Doppler ekokardiyografinin en önemli uğraşlarından biri olmuştur. Mitral kapaktaki regurjitan akım, nonstenotik vakalarda Doppler eko-



Şekil-4. R mode ekokardiyografi ile atrial septal defekt tanısı alan hastanın (sol üst) pulmoner kapagında duyulan üfürümün fonksiyonel olup olmadığı araştırılmak işlenmiştir. Doppler çalışması (sağ üst) sağ 2. interkostal aralıktan yapılmıştır. Sistolik zamana uymiu sağ ventrikülden pulmoner artere yönelik aksinai akım hızı 2.2? M/San olup, bu akım hızına göre iki boşluk arasında 21 mm lığdik bir basınç gradiyenti bulunmudur. Doppler ekokardiyograrnagöre nonfonksiyonel hafif pulmonalis darlığının varlığı söylenebilir.



Şekil-5. Yukardaki örnek bir aort darlığı olgusundan alınmıştır. Sol tisi şekildeki ön kapakta kalsifikasyon aort darlığı tanısını vermekteysr de aort açılma amplitürü ise oldukça iyi görülmektedir. Sağ üstteki şekil de aort sistolik Doppler akım eğrisidir. Maksimal kalp hızının karesinin dört misli maksımal basınç graliyentine eşil olduğundan, bu olgu için maksimal basınç gradiyenti Üñ ve 4 l nım ilgve eşit olmaktadır. Bu rakamlara. gore operasyon sınırına yaklaştığı söylenebilir.

kardiyogramla gözle kolayca izlenebilir < 35). Stenozlu vakalarda ise sensitivite azalabilir. Sensitivite devamlı Doppler ekokardiyogramın kullanılmasıyla artabilir. Regurjitan akım, kantitatif olarak mitral diastolik akım volumunden aort akım volumunu çıkararak hesaplanabilir (36,37,38). Renkli Dopplerde ise kaçak derecesi şöyle tesbit edilir. Mitral kapaklara her 1.5 cm'lik uzaklık bir derece olarak değerlendirilir. Böylece; ilk 1.5 cm birinci dereceden kaçak; ikinci 1.5 cm ikinci dereceden kaçak; üçüncü 1.5 em üçüncü dereceden kaçak olarak kabul edilir 4.5 cm'den sonraki uzaklıklar ise dördüncü derece olarak benimsen-

miştir. Kaçak akım. voltmetrik olarak sol atriumdan da hesaplanabilir.

Aort yetmezliğinde, kaçak oranı aortadaki sistolik ve diastolik ortalama akım oranından tesbit edilir. Bu kaçak oranı anjiyografi ile eide edilen kaçak oranı ile paralellik gösterir (39). Bazı yazarlar, ortalama akım hızını çıkan aorta alanı ile çaptıktan sonra, regurjitan fraksiyon oranının daha iyi bulunduğunu belirtmektedir (40). Diastolik aort akım eğrisindeki eğim ne kadar fazlaysa, aort yetmezliği o kadar şiddetlidir (11).

### Protez Kapaklarda Malfonksiyonun Değerlendirilmesi

Mitral protez kapak alan değerlendirilmesi, mitral darlığında olduğu gibi, basınç yanlanma zamanına göre yapılan alan hesaplanmasıyla kapak aianı ölçülür. Malfonksiyonlu kapaklarda alan belirgin bir daralma gösterir (8). Aort protez kapaklarda ise basınç gradiyentinin artması malfonksiyon parametresidir. Ön çalışmalarımıza göre protez kapakta malfonksiyon olanlarda, ortalama basınç gradiyentinin önemli derecede artması, ayrıca dikkatimizi çekmiştir..

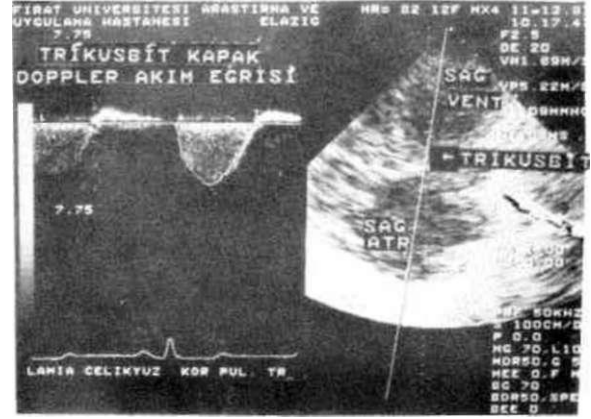
### Aritmilerde Doppler Ekokardiyogram

Üzerinde yeni çalışılmaya başlanan bir konudur. Kliniğimizde, atrial fibrilasyonun elektriksel tedavisinden sonraki atrial akımın değerlendirilmesi yapılmıştır. Bazı olgularda normal atrial akımın oluşması için bir ay sürenin gerekebileceği bu çalışmamızda belirlenmiştir (41). Pacemaker ve aritmilerin kapaklardaki akıma olan etkisi bu yöntemle araştırılabilir.

### Pulmoner Arter Basıncının İndirekt Tesbiti

Pulmoner hipertansiyon teshilinde kateterizasyonun tehlikesine karşılık, Doppler ekokardiyografi, tehlikesiz bir yöntemdir. Doppler pulmoner akım eğrisi tetkikinden pulmoner hipertansiyon olup olmadığı anlaşılır. Normal olguların akım eğrisi, tepe şeklinde olup, tepe noktası da eğrinin ortasındadır. Pulmoner hipertansiyonda akım eğri şeklinde (orta derece olanlarda) tepe noktası eğrinin başlangıcındadır. İleri derecedeki pulmoner hipertansiyonlarda ilave olarak bir sistolik çentiklerime bulunur (42).

Pulmoner hipertansiyonlarda, fonksiyonel trikuspit yetmezliği varsa, trikuspit akım eğrisinden bulunan maksimal basınç gradiyentine 10 mmHg ilave edilerek sistolik pulmoner arter basıncı indirekt ölçü-



Şekil-6. Yukardaki Doppler ekokardiyogram örneği, bir kor pulmonale tanısı almış hastaya aittir. Burada hedef yer trikusbit kapak olup, sistolik akım örneği trikusbit kaçağa aittir. Bu akımdaki maksimal akım hızı (VP) 5.22 metre/saniyedir. Buna göre basınç gradiyenti 109 mm Hg dir. Bu basınç gradiyentine sağ turtum ortalama basıncı olan 10 mm Hg ilave edilirse, pulmoner arter sistolik basıncı 119 mm Hg olduğu indirekt söylenebilir.

lür. (43). Şekil 6'da trikuspit regurjitasyonundan pulmoner arter sistolik basıncın bulunması gösterilmiştir.

Doppler ekokardiyogramın en faydalı yönü, yukarda anlatılan konularda artık kateterizasyona bağımlılığı önemli derecede azailmasıdır. Bu metodun ekonomik olmasının yanında, çok önemli bir özelliği de kateterizasyonun meydana getireceği tüm komplikasyonlardan hastanın uzak kalmasıdır.

### KAYNAKLAR

1. Meijboom E), Horowitz S, Valdes-Cius IA1, Sahn J1). A Doppler etlioardiographic method for calculating volume flow across tricuspid valve. *Circulation* 71: 551, 1985.
2. Touche I, Prasqpiier R: Nitenberg A, Zuttere D,. Assesment and follow-up patients with aortic regurgitation by an updated Doppler ecboardiographic measurement of the regurgitant fraction in the aortic arch. *Circulation* 72: 819, 1985.
3. Ilatle L, Angeisen B: Tromsdal A,. Noninvasive assessment of atrioventricular pressure half-time by Doppler ultrasound. *Circulation* 60: 1096, 1979.
4. Smith DM, Ilandshoe R: Handshoe S.. Comparative accuracy of two-dimensional echocardiography and Doppler pressure half-time methods in assessing severity of mitral stenosis in patients with and without prior commissurotomy. *Circulation* 73: 100, 1986.
5. Loperfido V, Laurenzi F, Gimigliano F, Peunestri F, A comperison of the assesment of mitral valve area by continuous wave Doppler and by cross sectional echocardiography. *Br Heart J* 57: 348, 1987.
6. Holen J, Aaslid R: Landmark K: Siinoisen S. Detrmination of pressure gradient in mitral stenosis with a noninvasive ultrasound Doppler tecnicpie. *Acta med. scan* 199: 455. 197b.
7. Minagoe Tei C, Kinannki A, Arikawa K., Noninvasive pulsed Doppler ecboardiographic detection of the direction of shunt flow in patients with atrial septal tie fed. *Circulation* 71: 745, 1985.
8. Holen J, Simonsen S, Froysaker I., An ultrasound Doppler tarnique for the noninvasive determination oi the pressure gradient in the Björk-shiley mitral valve. *Circulation* 59: 436. 1979.

9. Currie PJ, Seward J, Reeder SG, Vliestra R: Continuous-Wave Doppler echocardiographic assesment of severity of calcsific aortic stenosis. *Circulation* 71: 1162, 1985.
10. Hiraishi S: Horiguchi Y, Misawa H: Noninvasive Doppler echocardiographic evaluation of flow dynamics of ductus arteriosus. *Circulation* 75: 1146, 1987.
11. Beyer WR, Ramirez M: Josephson A M, Shah MP: Correlation of continuous-wave Doppler assesment of chronic aortic regurgitation with hemodynamics and angiography. *Am J Card.* 60: 852, 1987.
12. Hatle L., Noninvasive assesment and differentiation of left ventricular outflow obstruction with Doppler ultrasound. *Circulation* 64: 381, 1981.
13. Satomuro S: Matsubara S: Yoshida M: A new method of mechanical vibration measurement and its application. *Memorirs of the institute of Scientific and Industrial Research. Osaka University* 13: 125, 1956 (iktibas).
14. Franklin DL, Schlegel W, Rushmer RF: Blood flow measured by Doppler frequency shift of back-scattered ultrasound. *Science*, 134: 564, 1961 (iktibas).
15. Baker DW: Pulsed ultrasonic Doppler blood flow sensing: *IEEE transactions on sonic and ultrasonic* SU 17: 170, 1970 (iktibas).
16. Sherman SF, Shhn JD: Pediatric Doppler echocardiography: *J Pediatr* 110: 333, 1987.
17. Burns NP, Jaffe CC: *Quantitative* flow measurements with Doppler ultrasound. *Rad Clinics of North Am* 23: 641, 1985.
18. Ascah JK, Stewart JW, Levine AR, Weyman AE: Doppler-echocardiograph assesment of cardiac output. *Rad Clinics of North Am.* 23: 659, 1985.
19. Colocousis SJ, Huntsman LL: Curreri PW: Estimation of stroke volume changes by ultrasonic doppler. *Circulation* 56:914, 1977.
20. Goldberg JS, Sahn JD, Allen Dil: Evaluation of pulmonary and systemic blood flow by 2-dimensional Doppler echocardiography using fast fourier transform spectral analysis. *Am J Cardiol* 50: 1394, 1982.
21. Sahn JD: Real-time two dimentional Doppler echocardiographic flow mapping. *Circulation* 71: 849, 1985.
22. Elkayam U, Gardin MJ, Berkley R: et al: The use of Doppler flow measurement to assess the hemodynamic response to vasodilators in patient with heart failure. *Circulation* 67: 377, 1983.
23. Lewis JF, Kuo LC, et al: Pulsed Doppler echocardiographic determination of stroke volume and cardiac output: *Circulation* 70: 425, 1984.
24. Loeber CP, Goldberg SJ, Allen HD.: Doppler echocardiographic comparation of flow distal to the four cardiac valves. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 4: 266, 1984.
25. Cannon RS, Richards L K, Morgann GR: Comparison of Dopplef echocardiographic peak frequency and turbulence parameters in the quantification of aortic stenosis in a pulsatile flow model. *Circulation* 71: 129, 1985.
26. Lüleci C, Asian N, Aytug N.: The change of aortic flow by transient occlusion of A-V fistulas. *International conference on cardiac Doppler and color flow imaging. May 29-June 2 1988 Dubrovnic, Yug.* p 67 (abstracts).
27. Stewart WJ, Dicola VC, Harthorne JW, et al: Doppler ultrasound measurement of cardiac output in patients with physiologic pacemakers. *Am. J. mCardiol.*, 54: 308, 1984.
28. Cassia L: DiGirola G, Masina S, et al., Acute effect of diltiazem on left ventricle diastolic friction in coronary artery disease assessed by pulsed Doppler echo cardiography. *International coferance on cardiac Doppler and color flow imaging. May 29-June 2, 1988 Dubrovnic, Yug.* p.66 (abstract).
29. Sanders PS, Yeager S: William GR: Measurement of systemic and pulmonary blood flow and *Qp/Qs* ratio using Doppler and two-dimentional echocardiography. *Am J Cardiol* 51: 952, 1983.
30. Heger JJ, Wann LS, Weyman AE: Long-term changes in mitral area after successful mitral commissurotomy. *Circulation* 59: 443, 1979.
31. Kosturakis D: Allen HD, Goldberg SJ: Noninvasive quantification of stenotic meilunar valve areas by Doppler echocardiography. *J. Am. Coll.* 3: 1256, 1984.
32. Skjaerpe T: Hegrehaes L: Hatle L: Noninvasive estimation of valve area in patients with aortic stenosis by Doppler ultrasound and two-dimentional echocardiography. *Circulation* 72: 810, 1985.
33. Hatle L: Angeisen AB, Tromsdal A: Non-invasive assesment of aortic stenosis by Doppler ultrasound: *Br Heart J* 43: 284, 1980.
34. Cannon RS, Richards L K, Morgann GR: Comparison of Doppler echocardiographic peak frequency and turbulence parameters in the quantification of aortic stenosis in a pulsatile flow model. *Circulation* 71: 129, 1985.
35. Göksel S: Kural T: Çağlar N, Koşal A: Mitral yetmezliğinin renkli Doppler ile kütatif olarak değerlendirilmesi. *Türkiye Klinikleri Kardioloji* 1:13, 1988.
36. Ascah JK, Stewart JW, Jiang L: et al: A Doppler-two dimensional echocardiographic method for quantitation of mitral regurgitation. *Circulation* 72: 377, 1985.
37. Blumlein S: Bouchard A, Schiller BN, et al: (A)antitation of mitral regurtation by Doppler echocardiography. *Circulation* 74: 306, 1986.
38. Abbasi KA, Allen WM, DeCristofaro D: Detection and estimation of the degree of mitral regurtation by ranged gated pulsed Doppler echocardiography. *Circulation* 61: 143, 1980.
39. Bouhner DR: Assesment of aortic insufficiency by transteous Doppler ultrasound. *Circulation* 52: 874, 1975.
40. Goldberg SJ, Allen FID: Quantative assesemnt by Doppler echocardiography of pulmonic or aortic regurgitation. *Am. J. Cardiol.* 50: 1394, 1982.
41. Lüleci C, Aytug N, Işık A, et al: Doppler evaluation of atrial function of mitral flow after cardioversion from atrial fibrillation. *International conference on cardiac Doppler and color flow imaging May 29-June 2, 1988 Dubrovnic Yug.* p: 51 (abstracts).
42. Kitabatake A, Ito H, Inoue M, Kamada T: Evaluation of pulmonary hypertension by doppler echocardiography. *Practical Card.* 12: 136, 1986.
43. Kisanuki A, Tei C, Arikawa K: Functional tricuspid regurgitation in mitral stenosis. *Circulation Abstracts* 72: 111-307, 1985.