

# Sol Ventrikül Ejeksiyon Fraksiyonu Ölçümünde Akustik Kantitatif Değerlendirmenin Klasik İki Boyutlu Yöntem ile Kıyaslanması

Y.Doç.Dr. Lale KOLDAŞ, Y.Doç.Dr. Faruk AYAN, Doç.Dr. Barış İLERİGELEN,  
Prof.Dr. Necati SIRMACI

Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilin Dalı, İstanbul

## ÖZET

*Çalışmamızın amacı sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (EF) ölçümlerinde yeni ve alternatif bir yöntem olduğu ileri sürülen akustik kantitatif değerlendirme (acoustic quantification) (AQ) ile klasik iki-boyutlu (2-B) ekokardiyografinin kıyaslanmasıdır. Ekokardiyografik incelemeeye uygun, sinüs ritminde olan ardarda 52 hasta (yaş ortalaması 57±9), apikal 4-boşluk ve parasternal kısa eksen konumlarında beşer kalp siklusu süresince her ki yöntem ile ayrı ayrı değerlendirilmiş ve sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu ölçülmüştür. Apikal 4-boşluk konumunda yapılan ölçümlerde klasik 2-B ve AQ yöntemi uyarınca elde edilen EF ortalamaları arasında anlamlı bir fark saptanırken ( $p<0.05$ ), kısa eksen ölçümlerinde her iki yöntem arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Buna karşın her iki yöntemle hem apikal 4-boşluk hem de kısa eksen konumlarında ölçülen EF ortalamaları arasında sıkı bir ilişki mevcuttu (sırasıyla  $r=0.86$ ,  $r=0.91$ ).*

*Her iki yöntem ardışık 5 kalp siklusunda elde edilen ölçümler arasındaki farklılık açısından incelendiğinde ise AQ ile bu farkın daha az olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ).*

*Sonuç olarak, endokard sınırlarını kendiliğinden belirleyerek gerçek zamanda sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu ölçümüne olanak tanıyan AQ yöntemi, konvansiyonel metodlarla uyum göstermesi yanı sıra ölçümler arası farklılığı daha aza indirmeye ve dolayısıyla ekokardiyografiyi yapan kişinin yaptığı ölçümler arasında oluşabilen değişkenliği (intraobserver variability) azalma avantajına da sahip gibi görünmektedir.*

**Anahtar kelimeler:** İki-boyutlu ekokardiyografi, ejeksiyon fraksiyonu, akustik kantitatif değerlendirme.

Sol ventrikül fonksiyonları konvansiyonel 2-B ekokardiyografi ile Amerikan Ekokardiyografi Cemiyeti'nin (American Society of Echocardiography) öngördüğü kriterler uyarınca ekokardiyografiyi uygulayan kişinin ölçümlerine göre değerlendirilmektedir<sup>(1)</sup>. Bu yöntemde ölçümler gerçek zamanlı olma-

yıp sistol ve diyastol sonu dondurulmuş görüntülerde "frame by frame" çalışılmakta ve endokard sınırı göz ile ayırd edilmektedir.

Son yıllarda geliştirilen, ekokardiyografi cihazına yerleştirilmiş özel bir bilgisayar sistemi sayesinde kan ve dokuların akustik özelliklerindeki farklılığı ayırdedip endokard sınırını çizebilen akustik kantitatif değerlendirme (acoustic quantification) (AQ) yöntemi, her bir kalp siklusunda kalp boşluklarının alan, volüm, fraksiyonel alan değişimi ve ejeksiyon fraksiyonu ölçümlerini kendiliğinden yaparak kardiyak fonksiyonlarının kantitatif ve gerçek zamanda değerlendirilmesine olanak tanımaktadır<sup>(2-6)</sup>.

Çalışmamızın amacı sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (EF) ölçümünde klasik 2-B ekokardiyografi ile yeni bir seçenek olduğu iddia edilen AQ yönteminin kıyaslanmasıdır.

## MATERYEL ve METOD

Çalışmaya Kardiyoloji Anabilim Dalı Ekokardiyografi Laboratuvarına başvuran, elektrokardiyografisinde sinüs ritmi gözlenen ve transtorasik incelemeye uygun, yaş ortalaması 57±9 (22-62) olan, 22'si kadın 30'u erkek ardarda 52 hasta alınmıştır. Apikal 4-boşluk ve parasternal kısa eksen konumlarında ardarda beş kalp siklusu süresince klasik iki-boyutlu ve modifiye Simpson kuralına dayanan yöntemle sistol ve diyastol sonu volüm ölçümleri üçer kez tekrarlanıp ortalamaları alındıktan sonra her bir siklus için elde edilen EF ortalamaları kaydedilmiştir<sup>(7)</sup>. Ardından kan ve dokuların akustik özelliklerindeki farklılığa dayanarak endokard sınırının çizilmesi prensibine dayanan AQ yöntemi devreye sokulmuştur. Sağlıklı bir sonucun elde edilmesi için ölçümlerin aynı hekim tarafından yapılması yanı sıra pozisyonun değiştirilmemesine, konum sabitleştirilip endokard sınırı yardımcı sistemler (lateral gain, time gain compensation ve transmit control) yardımıyla mümkün olan en iyi görüntü düzeyine getirildikten sonra hastanın ölçüm süresince soluk almamasına dikkat edilmiştir<sup>(8)</sup>. Çizilerek belirlenen bir ilgi alanı "region of interest" (ROI) (Şekil 1 ve 2'de görülen mavi renkte sınırlanmış alan) içinde kendiliğinden ayırt edilen kan-endokard sınırına gö-

Alındığı tarih: 20 Ekim, revizyon, 22 Aralık 1995  
Yazışma adresi: Y.Doç.Dr.Lale Koldaş 9.-10. kısım A-10 A Bolk Daire: 33 Kat:6 Ataköy-İstanbul  
III.Ulusal Ekokardiyografi Kongresi'nde (10-12 Mayıs 1994, Antalya) Serbest Bildiri olarak sunulmuştur.

re sol ventrikül kavitesinin volümü ve her bir atımdaki ejeksiyon fraksiyonu ardarda beş siklusu boyunca kaydedilmiş ve elde edilen EF verileri klasik 2-B yöntemle hesaplanan değerlerle karşılaştırılmıştır.

Ölçümlerde Hewlett-Packard Sonos 1500 cihazı ve 2-2.5 MHz'lik transduser kullanılmıştır. Sonuçların istatistiksel analizi Student't ve Pearson korelasyon testleri ile yapılmıştır.

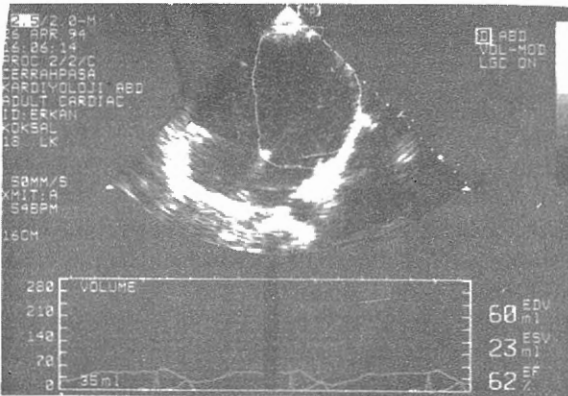
## BULGULAR

Çalışmaya iyi bir 2-B ekokardiyografi görüntüsüne sahip olma şartıyla alınan hastaların tümünde AQ yöntemi ile çalışılabilmiştir. Gerçek zamanlı çalışma devam ederken otomatik sınır belirleyici sistem zaman zaman açıp kapatılarak gözlemci ve bilgisayar aracılığı ile belirlenen endokard sınırları kontrol edilmiştir (Şekil 1-2).

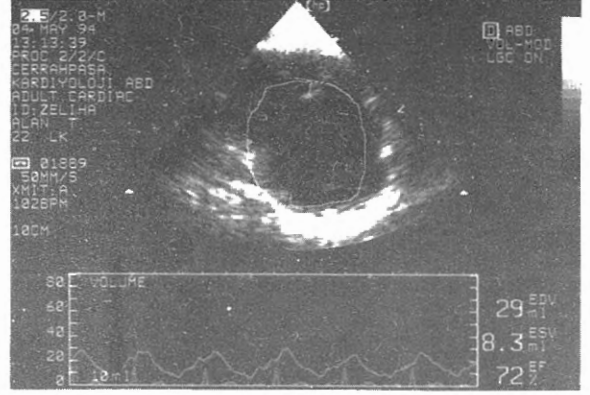
Olguların apikal 4-boşluk ve parasternal kısa eksen konumlarında her iki yöntemle ölçülen ardarda 5 kalp siklusunun EF ortalamaları, aralarındaki fark ve bu yöntemler arasındaki yakın korelasyon Tablo 1'de görülmektedir.

Klasik 2-boyutlu ve AQ yöntemi ile ölçülen EF ortalamaları arasında apikal 4-boşluk konumundaki iki ölçümde (3. ve 4.) istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmasına rağmen ( $p < 0.05$ ), kısa eksende yapılan tüm ölçümlerde her iki yöntem arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Buna karşın hem apikal 4-boşluk hem de parasternal kısa eksen konumunda ölçülen EF değerlerinin her iki yöntem arasındaki ilişkisi incelendiğinde 5 ölçümden her biri arasında yakın bir korelasyonun varlığı gösterilmiştir (sırasıyla apikal 4 boşluk konumu için  $r = 0.82, 0.82, 0.84, 0.86, 0.91$  ve parasternal kısa eksen konumu için  $r = 0.84, 0.86, 0.88, 0.92, 0.92$ ).



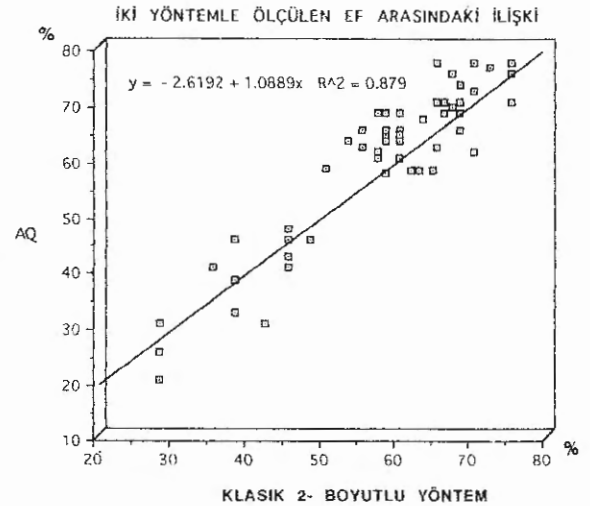
Şekil 1. Apikal 4-boşluk konumunda AQ yöntemi uyarınca ölçülen ejeksiyon fraksiyonu



Şekil 2. Parasternal kısa eksen konumunda AQ yöntemi uyarınca ölçülen ejeksiyon fraksiyonu.

Her iki yöntem ardarda ölçülen EF değerleri arasındaki farklılık açısından incelendiğinde ise, hem apikal 4-boşluk hem de parasternal kısa eksen konumlarında, tamamen ekokardiyografi yapan kişinin gözlemlerine dayanan klasik 2-B yöntemle kıyasla AQ ile yapılan değerlendirilmede ölçümler arası farklılık daha azdır ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (sırasıyla %  $8 \pm 3$ 'e karşın %  $5 \pm 2$  ve %  $7 \pm 2$ 'ye karşın %  $4 \pm 2$ ) ( $p < 0.05$ ) (Tablo 2).

Ardarda 5 kalp siklusunun EF ölçümlerinin ortalaması kıyaslandığında da 4-boşluk konumunda 2-B ve AQ yöntemi uyarınca ölçülen EF'leri arasında kısa eksen konumunda saptanmayan anlamlı bir fark ( $p > 0.05$ ) ve her iki yöntem arasında apikal 4-boşluk konumunda kısa eksen ölçümlerine göre daha az olan yakın bir korelasyon (sırasıyla  $r = 0.86$  ve  $0.91$ ) gösterilmiştir. (Tablo 2) (Şekil 3).



Şekil 3. Akustik kantitatif değerlendirme (AQ) ile klasik 2-boyutlu (2-B) ekokardiyografi ile ölçülen ejeksiyon fraksiyonları (EF) ortalamaları arasındaki ilişki

**Tablo 1.** Olguların apikal dört boşluk (Ap 4-B) ve parasternal kısa eksen (PKE) konumlarında klasik 2-boyutlu (2-B) ve akustik kantitatif değerlendirme (AQ) yöntemleri uyarmıca ölçülen, ardarda 5 kalp siklusunun EF ortalamaları açısından kıyaslanması ve yöntemler arasındaki korelasyon.

		1	2	3	4	5
Ap 4-B	2-B	59±17	56±14	61±14*	62±15*	57±14
	AQ	58±13	59±12	57±13*	56±13*	55±12
r değeri		0.82	0.82	0.84	0.86	0.91
PKE	2-B	60±15	58±13	61±14	62±14	57±18
	AQ	58±13	57±12	58±13	60±13	56±13
r değeri		0.84	0.86	0.88	0.92	0.92

\* $p < 0.05$ , tabloda sadece istatistiksel olarak anlamlı fark olanlar belirtilmiştir.

## TARTIŞMA

Gerçek zamanlı otomatik sınır belirleyici sistem bir süredir 2-B ekokardiyografi çalışmalarına konu olmakla birlikte bu sisteme dokuların akustik özelliğindeki farklılık prensibine dayanan kan endokard ayırımı yapabilen AQ yönteminin eklenmesiyle kantitatif olarak sol ventrikül fonksiyonlarının kendiliğinden ve gerçek zamanlı olarak belirlenmesi mümkün olmuştur (2-6).

Bu sistem sayesinde sol ventrikülün alan ve fraksiyonel alan değişimi, volüm ve ejeksiyon fraksiyonu ölçümü ile global ve bölgesel fonksiyon bozukluğu varlığı daha hızlı, gerçek zamanlı ve istenildiği sürece değerlendirilebilmektedir (8,9).

Ancak bu yöntemi kullanırken hasta seçiminin çok önemli olduğu, kalp hızı, solunum hareketleri, hastanın görüntü kalitesi (lateral gain, time-gain ve transmit control gibi yardımcı sistemlerle mümkün olan en iyi ve tatmin edici görüntü elde edilmeğe çalışır) gibi birçok faktörlerin sonucu etkilediği görülmekte ve bilinmektedir (8-10).

Perez ve arkadaşları (2) yaptıkları çalışmada hem aynı siklus hem de farklı sikluslarda video kayıtların-

**Tablo 2.** Olguların her iki yöntemle, apikal 4-boşluk (Ap A-B) ve parasternal kısa eksen (PKE) konumlarında EF ortalamaları ( $\bar{x} \pm SD$ ), korelasyon (r) ve ölçümler arası farklılık açısından kıyaslanması.

	$\bar{x} \pm SD$	r değeri	% Fark
EF (Ap 4-B)			
2-B	57±18	0.86	8±3 (0-13)
AQ	60±15*		5±2* (0-10)
EF (PKE)			
2-B	58±12	0.91	7±2 (1-13)
AQ	59±13		4±2* (0-9)

\*  $p < 0.05$

dan yapılan klasik dondurulmuş "frame by frame" (off-line) ve AQ ile ölçülen gerçek zamanlı (on-line) sol ventrikül alanı, völümü ve fraksiyonel alan değişimi değerleri arasında simultane atımlarda daha belirgin olan sıkı bir korelasyonun varlığını göstermişlerdir.

Biz de çalışmamızda klasik 2-B yöntemle modifiye Simpson kuralına göre hesaplanan (off-line) EF değerleri arasında sıkı bir korelasyon olduğunu ve aynı kişinin yaptığı ölçümler arasındaki farklılığın (intra-observer variability) AQ ile daha az olduğunu saptadık.

Apikal 4-boşluk konumunda ardarda beş kez ölçülen EF ortalamaları arasında her iki yöntem arasında anlamlı bir fark oluşmasına karşın parasternal kısa eksen konumundaki ölçümlerde anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Bu bulgu aynı kişi tarafından yapılan EF ölçümleri arasındaki farklılığı minimize indirgenmesi açısından kısa eksenin tercih edilebileceğini göstermektedir.

Nitekim Perez ve arkadaşları (2) da sol ventrikül alan, alan değişimi ve ejeksiyon fraksiyonu ölçümlerinde gerçek zamanlı (on-line) ve konvansiyonel (off-line) ölçümler arasındaki korelasyonun kısa eksen konumunda daha kuvvetli olduğunu saptamışlardır.

Aynı şekilde birçok araştırmacı da kısa aks konumunda alan ve volüm arasında sıkı ve lineer bir ilişkinin varlığını göstermişlerdir (10-14).

Gorscan ve arkadaşları (10) köpeklerde yaptıkları bir çalışmada propranolol ve dobutamine ile değiştirdikleri inotropik şartlarda AQ yönteminin sol ventrikül basınç ölçümü ile birleştirilmesinin basınç-alan iliş-

kisi uyarınca değerlendirilen sol ventrikül performansının belirlenmesinde anlamlı sonuçlar verdiğini göstermişlerdir. Sapin<sup>(3)</sup> AQ ve sineventrikülografik verileri kıyaslayarak aralarında anlamlı ve yakın bir ilişkinin var olduğunu ortaya koymuştur. Marcus ve arkadaşları<sup>(13)</sup> ise otomatik sınır belirleyici sistem ile ultrafast bilgisayarlı tomografi yöntemi uyarınca ölçülen sol ventrikül sistol ve diastol sonu alan ve fraksiyonel alan değişimlerini karşılaştırarak aralarında iyi bir korelasyon olduğunu saptamışlardır.

Sonuç olarak, endokard sınırlarını kendiliğinden belirleyerek gerçek zamanda sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu ölçümüne olanak tanıyan akustik kantitatif değerlendirme yöntemi, konvansiyonel metodlarla uyum göstermesi yanısıra ölçümler arası farklılığı daha aza indirme avantajına da sahip gibi görünmektedir.

#### KAYNAKLAR

1. Shah PM, Crawford M, De Maria A et al.: Recommendations for quantification of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. Am Soc Echo 1989; 2:358-367.
2. Perez JA, Waggoner AD, Barzilai B, Melton HE Jr, Miller JG, Sobel BE: On-line assesment of ventricular function by automatic boundary detection and ultrasonic backscatter imaging. J Am Coll Cardiol. 1992;19:313-320.
3. Sapin PM, Xie G, Smith MD, Kwan OL, DeMaria A: The timing of changes in left ventricular area by echocardiography derived from a real time automatic border detection algorithm: comparison with cineventriculography (abstr). J Am Coll Cardiol 1992;19:216A.
4. Foley DA, Seward JB, Tajik AJ: Assessment of left ventricular diastolic function with a new automated echocardiographic border detection system:comparison with Doppler. J Am Coll Cardiol 1992;19:216A.
5. Gorscan J, Deneault LG, Morita S, Kawai A, Griffith BP, Kormos RL: Two dimensional echocardiographic automated border detection accurately reflects changes in true left ventricular volume. J Am Coll Cardiol 1992;19:299A.
6. Vandenberg B, Rath LS, Stuhimüller P, Melton HE Jr, Skorton DJ: Estimation of left ventricular cavity area with an on-line semiautomated echocardiographic edge detection system. Circulation 1992;86:159-166
7. Schiller NB, Shah PM, Crawford M, et al: Recommendations for quantification of the left ventricle by 2-D echocardiography. J Am Soc Echocardiogr 1989;2:362.
8. Perez JE, Klein SC, Prater DM, et al: Automated, on-line quantification of left ventricular dimensions and function by echocardiography with backscatter imaging and lateral gain compensation. Am J Cardiol 1992;70:1200-5
9. Perez JE, Miller JG, Wickline SA, et al: Quantitative ultrasonic imaging: tissue characterization and instantaneous quantification of cardiac function. Am J Cardiol 1992;69:104H-111H.
10. Gorscan J, Morita S, Mandarino WA, et al: Two dimensional echocardiographic automated border detection accurately reflects changes in left ventricular volume. J Am Soc Echocardiogr 1993;6:482-9
11. Gorscan J, Gasior TA, Mandarino WA, Deneault LG, Hattler BG, Pinsky MR: On-line estimation of changes in left ventricular stroke volume by transesophageal echocardiographic automated border detection in patients undergoing coronary artery bypass grafting. Am J Cardiol 1993;72:721-7
12. Marcus RH, Bednarz BS, Coulden R, Shroff S, Lip-ton M, Lang R: Ultrasonic backscatter system for automated on-line endocardial boundry detection: evaluation by ultrafast computed tomography. J Am Coll Cardiol 1993;22:839-47
13. Gorscan J, Romand J, MandarinoWA, Deneault LG, Pinsky MR: Assessment of left ventricular performance by on-line pressure area relations using echocardiographic automated border detection. J Am. Coll Cardiol 1994;23:242-252