

TRANSÖZEFAJEAL EKOKARDİOGRAFİ İLE MİTRAL DARLIKLIL HASTALARDA MİTRAL KAPAK ALANININ HESAPLANMASINDA “PROXIMAL ISOVELOCITY SURFACE AREA” (PISA) YÖNTEMİNİN DEĞERİ*

Özer BADAĞ, Cemil GÜRGÜN, Cahide SOYDAŞ ÇINAR, Tarkan TEK TEN,
Levent CAN, Cüneyt TÜRK OĞLU

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada amaç, TEE uygulanan mitral darlıklı olgularda PISA yönteminin, mitral kapak alanını (MKA) saptamadaki doğruluğu ve güvenilirliğini araştırmak, ayrıca kalp ritminin PISA yöntemi ile saptanan MKA'ya olan etkisini incelemektir. En doğru kapak alanı değerlerini verdiği kabul edilen planimetrik mitral kapak alanı ölçümü, referans yöntem olarak kullanılmıştır. Çalışmaya 47 hasta (42 kadın, 5 erkek, ortalama yaş 42.7±8.9 yıl) alındı. Hastaların 24'ünde ritim atriyal fibrilasyon, 23'ünde sinus ritmi idi. Planimetri ile elde edilen kapak alanlarının ortalaması 1.57±0.46 cm² iken TEE'de, PISA yöntemiyle hesaplanan mitral kapak alanı 1.41±0.5 cm² bulundu. Planimetrik mitral kapak alanı ve TEE'de PISA ile elde edilen MKA arasında çok iyi korelasyon saptandı (r =0.907). Planimetrik MKA ile TEE'de PISA ile saptanan MKA arasında, sinus ritmi ve atriyal fibrilasyonlu hastalarda çok iyi derecede korelasyon saptandı (sırasıyla, r=0.954 ve r= 0.847). Sonuç olarak; PISA yöntemiyle TEE'de doğru olarak MKA tayin edilebileceği ve sinus ritminde olduğu gibi atriyal fibrilasyonda da PISA'nın, güvenilir olarak kullanılabilmesi kanısına varıldı.

Anahtar sözcükler: Mitral Kapak Alanı (MKA), Transözefageal Ekokardiografi (TEE), Proksimal Eşiz Yüzey Alanı (PISA).

SUMMARY

This study was designed to 1) compare the accuracy of PISA determined by transesophageal (TEE) and planimetry detected by transthoracic echocardiography (TTE), which has a good correlation with true anatomic orifice, for echocardiographic estimation of mitral valve area (MVA); 2) evaluate the effect of atrial fibrillation on the accuracy of the PISA method in TEE.

We studied 47 patients with rheumatic mitral stenosis. There were 5 male and 42 female; mean age was 42.7±8.9 years. Twenty-four patients were in atrial fibrillation (AF) and 23 patients were in sinus rhythm (SR). Mean MVAs estimated by PISA method and planimetry were 1.41±0.50 cm² and 1.57±0.46 cm², respectively. Correlation coefficient between PISA and planimetry methods was very good (r=0.907). The patients with sinus rhythm had better correlation (r=0.954) than patients with atrial fibrillation (r=0.847). PISA method allows accurate assessment of MVA in patients with mitral stenosis when used in TEE. Although the correlation was better in patients with sinus rhythm, reasonable accuracy of the PISA method is possible in atrial fibrillation.

Key words: Mitral Valve Area (MVA), Transesophageal Echocardiography (TEE), Proximal Isovelocity Surface Area (PISA).

Mitral darlığının noninvaziv tanı ve izleminde en değerli metod ekokardiografik incelemedir. Mitral kapak alanının (MKA) ölçümü ve transmitral gradyentin hesaplanması mitral darlığının ciddiyeti

hakkında önemli bilgiler verir.

Ekokardiografik olarak planimetrik yöntem, basınç yarılanma zamanı yöntemi, akım alanı yöntemi ve devamlılık denklemi yaygın olarak kullanılan ve

* Bu çalışma, Rio de Janeiro - Brezilya'da düzenlenen XIII. Dünya Kardiyoloji Kongresinde poster olarak sunulmuştur.

güvenilirliği kanıtlanmış mitral kapak alanı ölçüm yöntemleridir. Planimetrik mitral kapak alanı hesaplanması, anatomik kapak açıklığı ile en iyi korelasyon gösteren yöntemdir (1,2). Olguların %90'ından fazlasında bu yöntemle yeterli mitral kapak alanı tayini yapılabilirken, transtorasik kısa kesit görüntüleri yeterli olmayan ve kapağa ait yoğun kalsifikasyon içeren hastalarda yöntemin kullanılabilirliği ve güvenilirliği kısıtlıdır (3). Basınç yarılanma zamanı yöntemiyle mitral kapak alanı ölçümü, sık kullanılan diğer bir metod olup, ilave kapak yetmezlikleri ve sol atriyum ile sol ventrikülün kompliyansını etkileyen diğer kalp hastalıklarında yetersiz sonuç verebilmektedir (4-10). PISA yöntemi, (proksimal eşsiz yüzey alanı, akım yakınsaması yöntemi) son yıllarda üzerinde çok çalışılan yeni bir mitral kapak alanı ölçüm yöntemidir. PISA yöntemiyle, diğer mitral kapak alanı ölçüm yöntemlerinin değerlerinin kısıtlı olduğu hallerde (kompliyansa azalma, ilave mitral ve aort yetmezliği gibi) ve atriyal fibrilasyonlu hastalarda güvenilir sonuçlar alınabilmektedir. Yöntemin pratik olmaması nedeniyle temel kullanım alanları bu gibi durumlardır. PISA yöntemi ile mitral kapak alanının değerlendirildiği çalışmaların tamamına yakını, transtorasik ekokardiografi (TTE) ile yapılmıştır. Literatürde, mitral darlıklı hastalarda transözefageal ekokardiografi (TEE) kullanılarak PISA yönteminin değerinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmıştır (11). Çalışmanın amacı, çeşitli endikasyonlarla TEE uygulanan mitral darlıklı hastalarda öncelikli olarak, PISA yöntemiyle mitral kapak alanı hesabının doğruluğu ve güvenilirliğini

araştırmak, sonraki aşamada kardiyak ritmin, PISA yönteminin güvenilirliği üzerine olan etkisini değerlendirmektir.

Çalışmada, referans yöntem olarak, anatomik kapak açıklığına en yakın sonuçlar verdiği bilinen planimetrik mitral kapak alanı tayini kullanılmıştır. Ayrıca, basınç yarılanma zamanı yöntemi ile kapak alanı hesabı da yapılarak mitral kapak alanı tayin yöntemleri karşılaştırılmıştır.

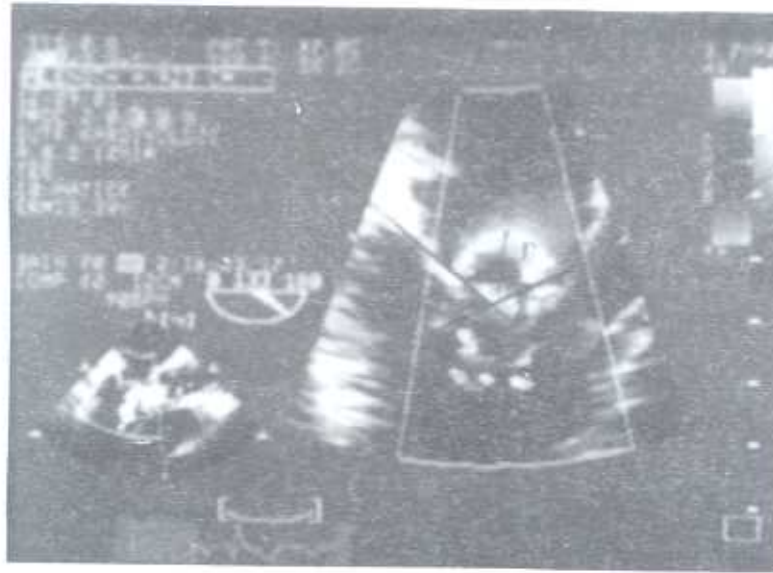
GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmaya, Mayıs-Eylül 1997 tarihleri arasında Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı'na başvuran mitral darlıklı hastalardan, transtorasik ve transözefageal görüntü kalitesi iyi olan 51 hasta alındı. Mitral kapağa ait yoğun kalsifikasyon ve deformasyon gösteren 4 hasta çalışma dışı bırakıldı. Kırk yedi hastanın 5'i erkek, 42'si kadın ve yaş ortalamaları 42.7 ± 8.9 yıl idi. Hastaların işlem sırasındaki kalp hızı 91.6 ± 13 atım/dk idi. Yirmi dört hastada ritm atriyal fibrilasyon ve 23'ünde sinüs ritmi idi. Atriyal fibrilasyonu olan hastalarda ortalama yaş 48 ± 8 yıl ve kalp hızı 92.3 ± 14 , sinüs ritmindekilerde ortalama yaş 37 ± 6 yıl ve kalp hızı 90.1 ± 12 atım/dk idi. 2+ dan fazla aort veya mitral yetmezliği olan hastalar, çalışmaya alınmadı. Yirmi hastada saf mitral darlığı saptanırken, diğerlerinde ilave olarak hafif aort veya mitral yetmezliği vardı (5 hastada mitral darlığı ve mitral yetmezliği, 13 hastada mitral darlığı ve aort yetmezliği, 9 hastada mitral darlığı ile aort ve mitral yetmezliği). Mitral ve aort yetmezliği renkli Doppler görüntülerine göre: 1+ = Hafif, 2+ = Orta, 3+ = Orta-ciddi ve 4+ = Ciddi olarak derecelendirildi (12,13).

Transözefageal ekokardiografi (TEE):

Hastalara topikal anestezi ve sedasyon sağlandı. Hastalar sol dekubitus lateral pozisyonda yatırıldı. Hewlett-Packard Sonos 2500 ekokardiografi cihazı ve 3,5/5 MHz multiplan transözefageal probe kullanıldı. Mid-özefageal kesitte saatin aksi yöndeki 110-140 dereceler arasındaki uygun bir görüntü büyütülerek, 32/saniye frame hızında, renkli Doppler ekokardiografi ile kapağın proksimalindeki akımın yakınsama bölgesi net olarak görünür hale getirildi (Şekil 1). Görüntüler videoya kaydedildi. Aynı açıdan, devamlı akım Doppler ile mitral kapak akımı yazdırıldı ve kaydedildi. Tetkik tamamlandıktan sonra, videoya kaydedilmiş olan görüntüler üzerinde ölçümler yapıldı. Akımın yakınsama bölgesinin iyi izlendiği, sinüs ritminde 5 ve atriyal fibrilasyonda 10 adet kalp atımında, erken diyastolik en geniş akım yakınsama bölgelerinde "r" ölçülerek ortalamaları

alındı ve o hastanın transözefageal tetkikinden elde edilen "r" olarak kaydedildi. Ayrıca, en geniş akım yakınsama bölgesinin izlendiği bir görüntü yazıcı yardımıyla bastırıldı ve üzerinde manuel olarak "α" açısı hesaplandı. En büyük transmitral pik velositeyi saptayabilmek amacıyla, renkli Doppler rehberliğinde, ultrason dalgalarıyla mitral akım arasında ki açı en aza indirilecek şekilde devamlı akım Doppler ultrason dalgasının ince ayarlaması yapıldı. Görüntüdeki renk skalasından "aliasing velosite" yani "V1" not edildi. Aynı şekilde, devamlı akım Dopplerde, sinüs ritminde 5, atriyal fibrilasyonda ise 10 kalp atımına ait mitral akımında en büyük erken diyastolik hızlar alındı ve ortalamaları "V2" olarak kaydedildi. Aynı atımlarda basınç yarılanma zamanları (BYZ) da hesaplandı ve ortalamalarından, $220 / \text{BYZ}$ formülü ile, o hastanın "basınç yarılanma zamanı yöntemi ile mitral kapak alanı" elde edildi.



Şekil 1. TEE'de, renkli Doppler ekokardiografi ile akım yakınsama bölgesinin görüntüsü.

Transtorasik ekokardiografi (TTE):

TEE işlemi tamamlandıktan sonra, aynı cihaza ait 2/2.5 MHz çift frekanslı TTE probu ile transtorasik ekokardiografi tetkiki gerçekleştirildi. Parasternal kısa kesit görüntüden, erken diyastolik maksimum mitral kapak açılımı elde edildi. Sinüs ritmindeki hastalarda 5, atriyal fibrilasyondaki hastalarda ise 10 kalp atımında elde edilen kapak açıklıklarının ortalaması, o hastanın "planimetrik mitral kapak alanı" olarak not edildi.

PISA Yöntemi ile Mitral Kapak Alanının Hesaplanması:

Açı düzeltme faktörü yardımıyla PISA hesaplandı:

$$PISA = 2\pi r^2 \cdot (\alpha/180)$$

Daha sonra, devamlılık denklemi prensibine dayanarak;

$MKA = 2\pi r^2 \cdot (\alpha/180) \cdot (V1/V2)$ formülüne göre hesaplama yapıldı ve o hastaya ait "PISA yöntemi ile mitral kapak alanı" değeri elde edildi.

İşlem sırasında aliasing velositede azaltılmaya gidilmedi ve uygun görüntüde cihaz tarafından verilen değerler ile hesaplamalar yapıldı.

İstatistik Analiz

Çalışmanın istatistik analizi SPSS paket programı yardımıyla yapıldı. Sonuçlar ortalama \pm standart deviasyon şeklinde sunuldu. Ortalamalar t testi ile karşılaştırıldı. PISA ve BYZ yöntemleriyle elde edilen sonuçları, referans yöntem olarak kabul edilen planimetriden elde edilen sonuçlarla karşılaştırmak için regresyon analizi kullanıldı. $P < 0.05$ anlamlı olarak kabul edildi. Kapak alanlarının karşılaştırılmasında klinik anlamlılık göz önünde bulunduruldu. Mitral kapak alanının

değerlendirilmesinde referans yönüne göre 0.3 cm² den fazla farklılık gösteren sonuçlar, hastanın yönlendirilmesini değiştirebileceğinden özellikle vurgulandı (2).

Gözlemciler Arası Değişkenlik

Sinüs ritminde ve atriyal fibrilasyondaki hastalardan rasgele seçilen 10'ar hastanın kayıtları, birbirinden habersiz, deneyimli 2 kardiyolog tarafından değerlendirildi.

Gözlemciler arası değişkenlik, planimetrik yöntemde %5.2, BYZ yönteminde %4.3 ve PISA yönteminde %5.8 olarak bulundu.

BULGULAR

Hastaların tüm ekokardiografik verileri Tablo I' de özetlendi. Çalışılan 47 hastanın planimetri ile elde edilen kapak alanlarının ortalaması 1.57 \pm 0.46 (0.77 ile 2.8 aralığında) cm² idi. TEE'de, PISA yöntemiyle hesaplanan mitral kapak alanı 1.41 \pm 0.5 (0.55 ile 2.63 aralığında) cm², BYZ yöntemiyle bulunan ise 1.52 \pm 0.46 (0.68 ile 2.5 aralığında) cm² idi. Bu hesaplamalar sinüs ritminde ve atriyal fibrilasyonda olan hastalar için ayrıca yapıldı. Sonuçlar Tablo II'de özetlendi.

PISA hesaplamasında kullanılan "r" değeri, ortalama 1.03 \pm 0.18 (0.67 ile 1.50 arasında) cm bulundu. "Aliasing velosite" (V1), ortalama 48.98 \pm 5.33 (39 ile 68 aralığında) cm/s idi. Transmitral maksimum hız (V2) ise 199.81 \pm 33.74 (75 ile 280 aralığında) cm/s bulundu. Alfa (α) açısı, ortalama 147.87 \pm 12.10 (120 ile 175 aralığında) derece idi. PISA hesaplaması için ölçülen parametrelerin ritme göre dağılımı Tablo III'te sunuldu.

Tablo 1 : Hastaların ekokardiografik verileri. [AF:Atriyal fibrilasyon, SR:Sinüs ritmi, HR: Kalp hızı (atım/dk), r=PISA'nın yarıçapı (cm), V1 =Aliasing velosite (cm/s), V2 = Erken diyastolik maksimum hız (cm/s), Alfa = Mitral kapakçıklar arası açı (derece), Aç1 = TEE'de görüntünün alındığı açı (derece), plan1. = Planimetrik MKA (cm²)]

No	Yaş, Cins	Ritm	HR	Transözefageal ekokardiografi					BYZ MKA	PISA MKA	Plan1. MKA
				Mitral							
				Aç1	Alfa	r	V1	V2			
1	37,K	SR	90	120	140	1,1	53	165	2,2	1,9	2,1
2	56,K	AF	70	135	130	0,99	45	146	1,15	1,41	1,38
3	48,K	AF	105	126	160	1,3	56	215	1,9	2,2	1,64
4	41,K	SR	92	120	155	0,99	57	220	1,58	1,41	1,6
5	45,K	AF	70	125	175	0,85	46	228	1	0,94	1,02
6	46,K	AF	100	120	170	0,88	46	200	1,15	1,1	1,53
7	42,K	SR	85	125	170	0,94	57	226	1,61	1,35	1,52
8	54,K	AF	65	120	170	0,67	43	210	0,68	0,55	0,77
9	49,K	SR	75	120	140	0,9	49	195	1,15	0,99	1,03
10	37,K	SR	90	129	150	0,98	49	210	1,3	1,17	1,45
11	34,K	AF	110	146	140	0,9	49	210	1,3	0,92	1,3
12	43,K	AF	95	136	140	0,87	49	180	0,95	1,01	0,95
13	27,K	SR	100	127	120	0,9	49	230	1,2	0,9	1,3
14	26,K	SR	80	127	140	0,9	53	240	1,15	0,87	1,1
15	55,K	AF	70	146	150	1,05	49	230	1,3	1,23	1,34
16	41,E	AF	95	123	140	1,06	49	190	1,85	1,78	1,8
17	47,E	AF	90	121	155	0,89	39	175	1	0,95	1,25
18	36,K	SR	95	134	145	0,84	43	220	0,9	0,7	0,96
19	42,K	AF	110	125	145	1,2	43	210	1,5	1,49	1,5
20	53,K	AF	100	132	160	0,89	53	130	1,8	1,8	1,95
21	40,K	SR	80	128	150	1,05	49	147	2,3	1,95	1,8
22	35,K	SR	70	149	145	0,79	68	225	1	0,98	1,28
23	49,K	AF	80	130	150	0,92	49	250	1,15	0,87	1,26
24	54,K	AF	75	138	155	0,84	49	200	1,25	0,93	1,22
25	54,K	AF	90	118	130	1,25	53	220	1,8	1,71	1,9
26	27,K	SR	125	130	145	1,2	43	280	1,4	1,12	1,65
27	38,K	AF	100	135	135	1,08	49	200	1,6	1,35	1,6
28	34,K	AF	90	119	145	1,16	49	185	2,5	1,8	2,2
29	52,E	AF	90	118	155	1,2	41	210	1,4	1,52	1,38
30	35,E	SR	90	128	145	1,2	43	165	2,2	1,69	1,8
31	49,K	AF	95	120	145	1,28	43	200	2	1,78	2,4
32	31,E	SR	90	122	130	0,8	43	230	0,88	0,61	0,8
33	37,K	SR	90	126	145	0,94	49	231	0,94	0,95	1,2
34	39,K	SR	110	124	140	1,5	49	205	2,1	2,63	2,8
35	50,K	AF	105	123	160	1,1	49	210	1,4	1,61	1,6
36	60,K	AF	120	123	155	1,2	53	195	1,7	2,11	1,95
37	35,K	SR	88	122	155	0,96	57	205	1,5	1,39	1,55
38	34,K	SR	110	124	150	1	53	200	1,35	1,39	1,45
39	43,K	SR	95	122	155	0,92	53	155	1,2	1,56	1,47
40	39,K	SR	90	133	140	0,93	49	173	1,4	1,2	1,38
41	39,K	SR	100	121	150	0,85	53	230	1,3	0,87	1,24
42	42,K	SR	80	125	140	1,2	45	200	1,8	1,58	1,72
43	44,K	AF	90	131	160	1,15	41	170	2	1,78	1,97
44	60,K	AF	100	123	160	1,25	49	180	1,9	2,37	2,3
45	58,K	AF	100	122	155	1,15	43	200	1,9	1,54	1,9
46	35,K	SR	80	128	120	0,8	53	75	2,2	1,96	1,9
47	35,K	SR	85	121	140	1,45	49	200	2,5	2,51	2,6

Tablo II: Sinüs ritmi ve atriyal fibrilasyondaki mitral darlığı olan hastalarda, planimetri, BYZ ve PISA yöntemleriyle yapılan ölçümlerin sonuçları.

Ritm	Hasta sayısı	Planimetrik MKA (cm ²)	TEE PISA MKA (cm ²)	TEE BYZ MKA (cm ²)
Sinüs Ritmi	23	1.56±0.50	1.38±0.61	1.53±0.50
Atriyal Fibrilasyon	24	1.59±0.43	1.45±0.47	1.51±0.43

Tablo III: Sinüs ritmi ve atriyal fibrilasyondaki hastalarda TEE'de PISA hesaplamasında kullanılan parametreler. (V1:Aliasing velosite, V2: Transmitral maksimum hız)

Ritm	Alfa (derece)	r (cm)	V1 (cm/s)	V2 (cm/s)
Sinüs ritmi	144±11	1.01±0.19	51±6	202±41
Atriyal fibrilasyon	152±12	1.05±0.17	47±4	198±26

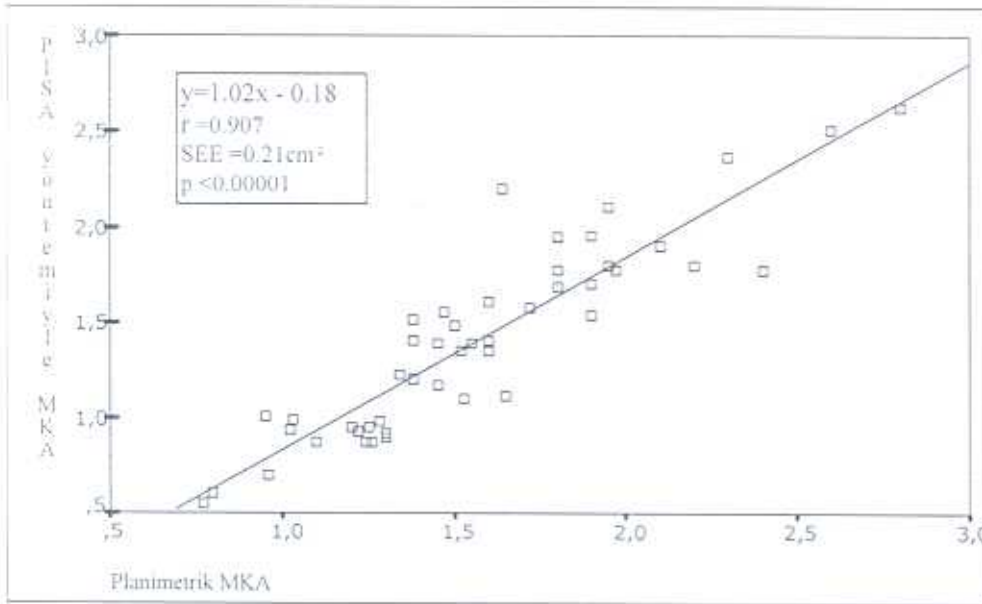
Mitral Kapak Alanının Değerlendirilmesi:

PISA ve BYZ metodları ile belirlenen mitral kapak alanları, referans olarak kabul edilen planimetrik MKA ile karşılaştırıldı.

Planimetri-PISA Yöntemlerinin Karşılaştırılması:

Planimetrik mitral kapak alanı 1.57±0.46 cm² ve TEE'de PISA ile elde edilen MKA 1.41±0.5 cm² bulundu. İki yöntem arasında çok iyi korelasyon saptandı (r =0.907, SEE=0.21 cm², p<0.00001).

On bir hastada [(planimetrik MKA) - (PISA ile ölçülen MKA)] değeri 0.3 cm² den büyüktü. Bu hastaların da 7 tanesinde, planimetrik MKA>1.5 cm² idi. Toplam 10 hastada PISA ile ölçülen MKA değeri, planimetrik MKA'dan büyüktü. Bunların da sadece 1 tanesinde aradaki fark >0.3 cm² idi. Sonuçlar Şekil 2'de grafik halinde sunuldu.



Şekil 2. Planimetrik MKA ile, TEE'de PISA ile saptanan MKA değerlerinin korelasyon grafiği.

Planimetrik kapak alanının 1.5 cm^2 ve üstünde bulunduğu hastalar ile 1.5 cm^2 'nin altında olduğu hastalarda, planimetrik değerlerden PISA ile saptanan değerler çıkarıldığında elde edilen sonuçlar, PISA yönteminin, kapak alanı geniş ve dar olan hasta gruplarında benzer derecede korele veriler ortaya koyduğunu gösterdi. Sonuçlar Tablo IV'te özetlendi.

Planimetri - Basınç Yarılanma Zamanı Yöntemlerinin Karşılaştırılması:

Planimetrik MKA, BYZ ile hesaplanan MKA ile karşılaştırıldığında çok iyi korelasyon gözlemlendi ($r=0.874$, $SEE = 0.22 \text{ cm}^2$, $p<0.00001$). Ortalamada, planimetriye en yakın sonuçlar, TEE'de BYZ yöntemi ile alındı (1.57 ± 0.46 ya karşılık $1.52 \pm 0.46 \text{ cm}^2$). Bu grupta 27 hastada planimetrik MKA daha büyüktü ve bunların 5 tanesinde aradaki fark $>0.3 \text{ cm}^2$ idi. Bu 5 hastada

planimetrik MKA 2.39 cm^2 ileri BYZ ile elde edilen MKA ortalaması 1.87 cm^2 bulundu. BYZ ile elde edilen MKA ise 15 hastada daha büyüktü ve bunların sadece 2 tanesinde fark $>0.3 \text{ cm}^2$ idi. Sonuçlar Şekil 3'te grafik halinde sunuldu.

Kalp Ritminin Mitril Kapak Alanı Ölçüm Yöntemleri Üzerine Etkisi:

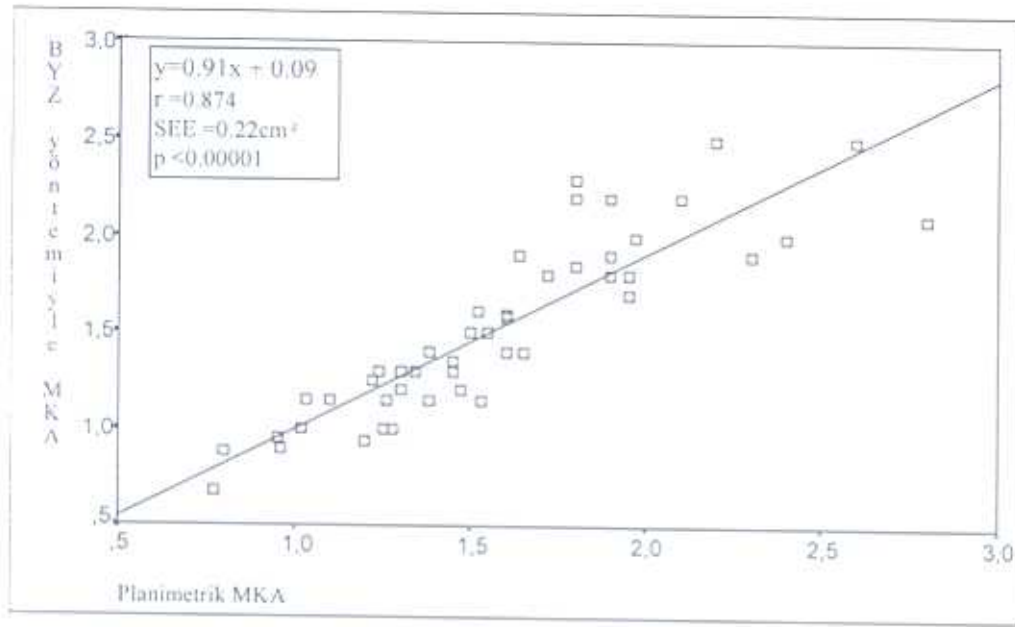
Sinüs ritmindeki hastalarda, bütün mitral kapak alanı tayin yöntemleri ile planimetrik MVA arasında oldukça iyi korelasyon saptandı. Bu grupta en iyi korelasyon katsayısı TEE'de PISA ile saptanan mitral kapak alanında gözlemlendi. Atrial fibrilasyonlu hastalarda da, sinüs ritmindekiler gibi, tüm yöntemlerin planimetri ile korelasyonu iyi idi. Hastalar, kardiyak ritme göre sınıflandırıldığında PISA ve PHT yöntemleri ile alınan sonuçlar, Tablo V'te özetlendi.

Tablo IV: Büyük kapak alanı değerlerinde, PISA, MKA'yı daha düşük bulmaktadır.

Hasta grupları	Hasta No.	Ortalama Planimetrik MKA (cm^2)	Planimetrik MKA - PISA MKA (cm^2)
planimetrik MKA $\geq 1.5 \text{ cm}^2$	25	1.89 ± 0.35	0.13 ± 0.24
planimetrik MKA $< 1.5 \text{ cm}^2$	22	1.21 ± 0.21	0.18 ± 0.16
p		0.0001	0.442

Tablo V: Sinüs ritmi ve atriyal fibrilasyonlu hastalarda kapak alanı ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması. (Plani MKA: Planimetrik MKA, Kor. Kts.: Korelasyon katsayısı, SEE: Ölçümün standart hatası)

Ritm	Hasta sayısı	Plani. MKA (cm^2)	PISA MKA (cm^2)	Regresyon analizi			BYZ MKA (cm^2)	Regresyon Analizi		
				Kor. Kts. (r)	SEE (cm^2)	p<		Kor. Kts. (r)	SEE (cm^2)	p<
SR	23	1.56 ± 0.5 0	1.38 ± 0.5 4	0.954	0.16	0.00001	1.55 ± 0.50	0.847	0.26	0.00001
AF	24	1.59 ± 0.4 3	1.45 ± 0.4 5	0.847	0.25	0.00001	1.51 ± 0.43	0.912	0.18	0.00001



Şekil 3: Planimetrik MKA ile, TEE'de BYZ ile saptanan MKA değerlerinin korelasyon grafi

TARTIŞMA

Mitral kapak alanını saptamaya yönelik noninvaziv tanı metodlarının temel amacı, gerçek anatomik kapak açıklığına olabildiğince yakın sonuçlar ortaya koymaktır. Bu amaçla kullanılan ekokardiografik tanı yöntemleri, çeşitli durumlarda mitral kapak alanını tespitinde yetersiz kalmaktadırlar. Maalesef, her durumda en doğru sonucu veren, kolay uygulanabilir bir yöntem yani, "altın standart" yoktur. Bu nedenle mitral kapak alanı tayini için yeni yöntemler üzerinde çalışmalar sürmektedir. PISA, son yıllarda ortaya konan ve mitral kapak alanının tayininde kullanılabilen yeni yöntemlerden biridir. PISA yöntemiyle, akışkan mekaniği prensiplerinden faydalanılarak ve renkli Doppler ekokardiografisi kullanılarak mitral kapak alanı tayini yapılabilir. PISA yöntemi kullanılarak mitral kapak alanı tayini yapılan çalışmalar,

yöntemin mitral darlığı olan hastalarda güvenilir olarak kullanılabileceğini göstermektedir (2,14-16). Dahası, bu yöntemle elde edilen sonuçlar, mitral yetmezliği, aort yetmezliği gibi romatizmal mitral darlıklı hastalarda sık bulunan diğer kapak patolojilerinden, atriyum ve ventrikül kompliyansını azaltan bazı durumlardan etkilenmiyor görünmektedir (2,17-19).

PISA yöntemiyle mitral kapak alanı tayininin değerini sınavan çalışmaların çoğunda transtorasik ekokardiografisi kullanılmıştır. Değertekin ve ark. tarafından TEE kullanılarak yapılan bir çalışmada, yöntemin planimetri ve BYZ ile uyumlu ve korele sonuçlar verdiği bildirilmiştir (11). Bu çalışmada transözefageal ekokardiografide PISA yöntemi kullanılarak elde edilen mitral kapak alanı ve BYZ yöntemi, referans olarak kabul edilen planimetrik mitral kapak alanı ile karşılaştırılmıştır.

PISA Yöntemi ile Elde Edilen Mitral Kapak Alanı :

Çalışmamızda, TEE'de PISA ile elde edilen mitral kapak alanı ile planimetrik yöntemle elde edilen MKA arasında çok iyi bir korelasyon saptandı ($r = 0.907$). Bu korelasyon, BYZ yöntemiyle planimetri karşılaştırıldığında elde edilen sonuçtan daha iyi idi. Bununla birlikte, PISA ile elde edilen mitral kapak alanları, planimetrik değerlere göre ortalama 0.16 cm^2 daha küçük bulundu. Hastaların %23'ünde aradaki fark 0.3 cm^2 den büyüktü. Bunların da büyük bölümünü (7/11), planimetrik mitral kapak alanı 1.5 cm^2 den daha fazla olan hastalar oluşturuyordu.

PISA yöntemi ile elde edilen sonuçların referans yönteme göre daha düşük bulunması bir çok çalışmada vurgulanmış ve bu durumun nedenleri üzerinde çeşitli açıklamalar getirilmiştir.

PISA'nın şekli, mitral kapaktaki darlığın ciddiyetinden, kapaktan geçen akımın hızından ve "aliasing velosite"den etkilenir. Bu şekil, hemieliptik veya hemisferik olabilir. Hemieliptik olduğunda, r ve r' gibi iki yarıçap bulunur. Bu durumda PISA'yı hesaplamak için birbirine dik iki plandan ölçüm yapmak gereklidir. Böyle iken PISA'yı tek bir yarıçap ile hesaplamak yanlış veya eksik sonuçlara yol açabilir. Akımın hızı ve "aliasing velosite" sabit olmak kaydıyla, geniş mitral kapak açıklıklarında PISA hemieliptik, küçük kapak açıklıklarında ise hemisferik şekil alır. Kapak açıklığı ve "aliasing velosite" sabit iken, PISA, düşük akım hızlarında hemisferik ve yüksek akım hızlarında hemieliptiktir. Aynı şekilde, kapak açıklığı ve akım hızı sabit iken,

"aliasing velosite" arttıkça PISA hemieliptik ve azaldıkça hemisferik şekil alır. Dolayısıyla, yüksek "aliasing velosite" değerlerinde, kapak açıklığının geniş ve akım hızının düşük olduğu durumlarda PISA hemieliptik şekil alır ve ölçümler gerçek değere göre düşük sonuç verir (20).

Çalışmamızda, planimetrik kapak alanının 1.5 cm^2 'den büyük ve 1.5 cm^2 den küçük olan hasta grupları karşılaştırıldı. Her iki grup hastada da PISA yöntemiyle elde edilen kapak alanları, benzer derecede referans kapak alanına yakın bulundu. Bu bulgular Utsunomiya ve ark.nın deneysel çalışmalarıyla uyumlu değildir. Bu çalışmada, yüksek kapak alanı değerlerinde PISA yönteminin MKA'yı göreceli olarak düşük bulduğu bildirilmektedir. Bununla birlikte bir çok klinik çalışmada, kapak alanı geniş olan hasta gruplarında yöntemin "underestimate" ettiğine dair bilgi verilmemiştir (2,11,14).

Çeşitli çalışmalarda doğru kapak alanı tayini sağlamak için uygun "aliasing velosite" belirlenmeye çalışılmıştır. Utsunomiya ve arkadaşları yaptıkları deneysel çalışmada, 11-15 cm/s 'lik "aliasing velosite" değerlerinde PISA'nın hemisferik şekil aldığını ve bu değerlerde yapılan ölçümlerin daha doğru sonuç vereceğini belirtmişlerdir (21). Deng ve arkadaşları mitral darlıklı hastalarda yaptıkları çalışmada 21 cm/s 'lik "aliasing velosite" en uygun değer olarak belirtilmiştir (22). Faletra ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, "aliasing velosite" 24 cm/s olarak ayarlanmış ve referansla benzer kapak alanı saptanmıştır (2). Değertekin ve ark. TEE ile yaptıkları çalışmalarında 20-40 cm/s arası "aliasing

velosite" değerlerini kullanmışlardır. Pu ve arkadaşlarının, TEE kullanarak mitral yetmezliğinde PISA yöntemiyle regürjitan fraksiyonu hesapladıkları çalışmalarında, "aliasing velosite" 34-69 cm/s arasında seçilmiş ve doyurucu sonuçlar alındığı bildirilmiştir (23). Çalışmamızda, özel olarak "aliasing velosite"yi azaltma yoluna gidilmedi ve cihaz tarafından verilen Nyquist limitindeki "aliasing velosite" kullanılarak (ortalama 49 cm/s) PISA hesaplandı. Bu şekilde, TEE'de referansa yakın ve onunla iyi korele sonuçlar alındı.

Literatürde, PISA yöntemi ile mitral kapak alanının daha düşük bulunmasını izah etmeye yönelik başka açıklamalar da vardır.

PISA yöntemi ile kapak alanı hesaplanırken, devamlılık denklemi prensibine göre, transmitral maksimum velosite kullanılır. Bu maksimum velosite, kapak açıklığının her yerinde değil, sadece efektif kapak açıklığı (*vena contracta*) denilen bölgesinde saptanır. Dolayısıyla, devamlılık denklemi prensibi ile yapılan kapak alanı hesaplamalarından elde edilen değer, efektif kapak açıklığı olup, anatomik kapak açıklığına göre daha düşük bulunabilir (24). Çalışmamızda, PISA ile elde edilen MKA planimetri ile karşılaştırıldığından, böyle olası bir etkiden sakınmak mümkün olmamıştır. Ölçüm yapılan cihazın frame hızının düşük olması da mitral kapak alanının düşük hesaplanmasına yol açabilir (25). Ölçüm yaptığımız cihaz için böyle bir durum söz konusu değildi. Pulmoner ven akımı, özellikle düşük "aliasing velosite"de, PISA yüzeyinde düzensizliklere yol açarak ölçümü zorlaştırabilir

(26). Şüphesiz ki kapak açıklığının proksimalinin huniye benzetilip buna dayanarak hesaplama yapılması gerçeğin tam yansımaları olmamaktadır. Çünkü, fibrotik-dejeneratif değişiklikler gösteren kapakçıkların oluşturduğu yapının bir geometrik şekille tıpatıp benzerlik göstermesi beklenemez. Buna rağmen, böyle bir varsayıma dayanıp α açısı düzeltme faktörünü kullanan çalışmaların sonuçları, yöntemin güvenilir ve uygulanabilir olduğunu göstermektedir (2,14-17). Çalışmamızda da bu basit açısı düzeltme faktörü kullanılmıy ve literatür bilgileri ile uyumlu olarak oldukça iyi sonuçlar alınmıştır.

Basınç Yarılanma Zamanı Yöntemi ile Elde Edilen Mitral Kapak Alanı :

TEE'de BYZ yöntemi ile ölçülen mitral kapak alanları planimetrik MKA ile çok iyi korelasyon gösterdiği gibi ($r = 0.874$), planimetrik ölçümlere en yakın kapak alanı ortalamaları da bu yöntemle saptandı ($1.52 \pm 0.46 \text{ cm}^2$). Bu sonuçlar, literatür bilgileri ile uyumludur (27-30). TEE ölçümlerinde, planimetriye göre kapak alanının düşük ve aradaki farkın $> 0.3 \text{ cm}^2$ bulunduğu 5 hastada ortalama planimetrik kapak alanı $\approx 2.4 \text{ cm}^2$ iken, BYZ ile bulunan ortalama kapak alanları $\approx 1.85 \text{ cm}^2$ idi. Tüm hastalar değerlendirildiğinde bulunan hafif fark ve hafif mitral darlıklı bir grupta saptanan $> 0.3 \text{ cm}^2$ fark, basınç yarılanma zamanı ile ölçümün planimetriye göre mitral kapak alanını biraz daha düşük bulduğunu ve bunun hafif mitral darlıklı hastalarda daha belirgin olabileceğini düşündürmektedir. Literatürde de benzer şekilde, basınç yarılanma zamanı yönteminin anatomik

kapak açıklığına göre düşük sonuçlar verebileceği yönünde yayımlar vardır (2,27). Bu durumun izahı, basınç yarılanma zamanının anatomik kapak açıklığından çok, kapak açıklığı ve subvalvüler yapıların oluşturduğu bir bütünün fonksiyonu olduğu ve subvalvüler yapılarda akıma karşı duencin artmış olduğu durumlarda BYZ ile bulunan MKA'nın anatomik kapak açıklığından düşük olabileceği şeklinde yapılmıştır (2).

Atriyal Fibrilasyonun PISA Yöntemine Etkisi:

Günümüz teknolojisiyle, PISA hesaplanırken r ve V_2 'yi farklı kardiyak atımlardan ölçmek zorunluluğu vardır. Bu durumda maksimum erken diyastolik devamlı akım Doppler hızı ve renkli Dopplerde erken diyastolik maksimum yarıçap (r) kullanımı doğru sonuçlar vermektedir. Ancak renkli Doppler frame hızı yeterli değilse maksimum r gözden kaçabilir ve r yanlış olarak daha küçük ölçülebilir. Bu durumda, PISA, r 'nin karesi ile orantılı olduğundan hem PISA'nın daha küçük ölçülmesi ihtimali hem de atımdan atıma PISA'nın gösterdiği değişkenlik artar. Bu etki, uyumlu sonuçlar alınana dek çok sayıda r ölçümü yapılmasıyla en aza indirilebilir. Bununla birlikte, atriyal fibrilasyonda değişik RR aralıklarına bağlı olarak elde edilen sonuçlar arası farklılıklar fazladır. Bu durum, işlemin doğruluğunu ve güvenilirliğini azaltabilir. Çalışmamızda, TEE'de PISA ile MKA hesaplanırken atriyal fibrilasyonlu hastalarda ölçümün doğruluğunu ve güvenilirliğini

değerlendirmek amacıyla atriyal fibrilasyonlu ve sinüs ritmindeki hastalar karşılaştırıldı. Hesaplamalar yapılırken önerildiği üzere (14), en az 10 kalp atımında saptanan değerlerin ortalamasının alınmasına dikkat edildi. Sonuçta, atriyal fibrilasyonda, sinüs ritminde olduğu kadar, planimetri ile iyi korelasyon ve uyumlu kapak alanları saptandı. Bu bulgular, atriyal fibrilasyonlu hastalarda PISA hesaplanırken çok sayıda ölçüm yapılarak elde edilen sonuçların güvenilir olduğuna dair literatür verileri ile uyumludur (11,16,17).

SONUÇ

Tranözefageal ekokardiografide PISA yöntemi kullanılarak mitral kapak alanı ölçümünün değerini araştırmak yönünden ilklerden olan bu çalışma, yöntemin TEE'de de güvenle kullanılacağını göstermiştir. Bu yöntem, sinüs ritminde olduğu kadar atriyal fibrilasyon varlığında da doğru sonuç vermektedir. TTE'de PISA hesaplanırken doğru sonuç almak için "aliasing velosite"yi azaltma gerekliliği, TEE'de yapılan hesaplamalar için bu derece önemli görünmemektedir. İlk bakışta pratik görünmemekle birlikte, transözefageal ekokardiografide PISA yöntemiyle mitral kapak alanı ölçümü, diğer ekokardiografik tanı yaklaşımlarının değerinin kısıtlı olduğu bazı hallerde (TTE görüntülerinin yetersiz oluşu, ciddi aort yetmezliği varlığı, sol atriyum ve ventrikül kompliyansını etkileyen diğer bazı haller gibi) kullanım alanı bulabilir.

KAYNAKLAR

1. Weyman AE, et al. Five-year experience in correlating cross-sectional echocardiographic assessment of the mitral valve area with hemodynamic valve area determinations (abstr). *Am J Cardiol* 1979;43:386.
2. Faletta F, Pezzano A, Fusco R, et al. Measurement of mitral valve area in mitral stenosis: Four echocardiographic methods compared with direct measurement of anatomic orifices. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:1190-1197.
3. Weyman AE. Left ventricular inflow tract. In: Weyman AE, ed. *Principles and practice of echocardiograph*. Pennsylvania: Lea & Febiger 1994; pp. 403-422.
4. Nakatani S, Masuyama T, Kodama K, Kitabatake A. Value and limitations of Doppler echocardiography in the quantification of stenotic mitral valve area: comparison of the pressure half-time and the continuity equation methods. *Circulation* 1988;77:78-85.
5. Flachskampf FA, Weyman AE, Gillam L, et al. Aortic regurgitation shortens Doppler pressure half-time in mitral stenosis: clinical evidence, in vitro simulation, and theoretical analysis. *J Am Coll Cardiol* 1990;16:396-404.
6. Moro E, Nicolosi GL, Zanuttini D, et al. Influence of aortic regurgitation on the assessment of the pressure half-time and derived mitral valve area in patients with mitral stenosis. *Eur Heart J* 1988;9:1010-1017.
7. Thomas JD, Wilkins GT, Choong CY, Weyman AE. Inaccuracy of mitral pressure half-time immediately after percutaneous mitral valvotomy. Dependence of transmitral gradient and left atrial and ventricular compliance. *Circulation* 1988;78:980-993.
8. Chen CG, Wang YP, Guo BL, Lin YS. Reliability of Doppler pressure half-time method for assessing effects of percutaneous mitral balloon valvuloplasty. *J Am Coll Cardiol* 1989;13:1309-1313.
9. Voelker W, Regele B, Dittmann H, et al. Effect of heart rate on transmitral flow velocity profile and Doppler measurement of mitral valve area in patients with mitral stenosis. *Eur Heart J* 1992;13:152-159.
10. Abascal VM, Moreno PR, Rodriguez L, et al. Comparison of the usefulness of Doppler pressure half-time in mitral stenosis in patients <65 and > or = 65 years of age. *Am J Cardiol* 1996;78:1390-1393.
11. Değertekin M, Başaran Y, Gençbay M, et al. Validation of flow convergence region method in assessing mitral valve area in the course of transthoracic and transesophageal echocardiographic studies. *Am Heart J* 1998;135:207-214.
12. Miyatake K, Izumi S, Okamoto M, et al. Semiquantitative grading of severity of mitral regurgitation by real-time two-dimensional Doppler flow imaging technique. *J Am Coll Cardiol* 1986;7:82-88.
13. Perry GJ, Helmcke F, Nanda NC, et al. Evaluation of aortic insufficiency by Doppler color flow mapping. *J Am Coll Cardiol* 1987;9:952-959.
14. Rodriguez L, Thomas JD, Monterroso V, Weyman AE. Validation of the proximal flow

- convergence method: Calculation of orifice area in patients with mitral stenosis. *Circulation* 1993;88:1157-1165.
15. Bargiggia G, Scopeletti P, Bertucci C, et al. Doppler estimation of the stenotic mitral valve area. Direct application of the continuity equation to the flow convergence region. *G Ital Cardiol* 1991;21: 815-823.
16. Centamore G, Campione S, Leto G et al. Validity of color Doppler proximal isovelocity surface area (PISA) method to assess valve area in patients with mitral stenosis: comparison with the two-dimensional echocardiographic method. *G Ital Cardiol* 1992;22:1201-1210.
17. Rifkin RD, Harper FK, Tighe D. Comparison of proximal isovelocity surface area method with pressure half-time and planimetry in evaluation of mitral stenosis. *J Am Coll Cardiol* 1995;26:458-465.
18. Deng YB, Matsumoto M, Munehira J. Determination of mitral valve area in patients with mitral stenosis by the flow convergence region method during changing hemodynamic conditions. *Am Heart J* 1996;132:633-641.
19. Centamore G, Galassi AR, Evola R, et al. The "proximal isovelocity surface area" method in assessing mitral valve area in patients with mitral stenosis and associated aortic regurgitation. *G Ital Cardiol* 1997;27:133-140.
20. Utsunomiya T, Quan M, Doshi R, et al. Effect of flow rate, orifice size and aliasing velocity on volume calculation using color Doppler proximal isovelocity surface area method [abstract]. *J Am Coll Cardiol* 1990;15:89A.
21. Utsunomiya T, Doshi R, Patel D, et al. Calculation of volume flow rate by the proximal isovelocity surface area method: Simplified approach using color Doppler zero baseline shift. *J Am Coll Cardiol* 1993;22:277-282.
22. Deng YB, Matsumoto M, Wang F, et al. Estimation of mitral valve area in patients with mitral stenosis by the flow convergence method: Selection of aliasing velocity. *J Am Coll Cardiol* 1994;24:683-689.
23. Pu M, Vandervoort PM, Griffin BP et al. Quantification of mitral regurgitation by the proximal convergence method using transesophageal echocardiography: clinical validation of a geometric correction for proximal flow constraint. *Circulation* 1995;92:2169-2177.
24. Yoganathan AP, Cape EG, Sung HW, et al. Review of hydrodynamic principles for the cardiologist: applications to the study of blood flow and jets by imaging techniques. *J Am Coll Cardiol* 1988;12:1344-1353.
25. Utsunomiya T, Ogawa T, King SW, et al. Effect of machine parameters on variance display in Doppler color flow mapping. *Am Heart J* 1990; 120(6 Pt 1):1395-1402.
26. Shiota T, Jones M, Valdes-Cruz LM, et al. Color flow Doppler determination of transmitral flow and orifice area in mitral stenosis: experimental evaluation of the proximal flow-convergence method. *Am Heart J* 1995;129:114-123.
27. Cohen JD, Sand ME, Sandelski J, et al. Doppler echocardiographic evaluation of severe rheumatic submitral valve stenosis. *J Am Soc Echocardiogr* 1994;7:542-546.