

Kalsifik Olmayan Mitral Darlığında Basitleştirilmiş "PISA" Formülünün Kapak Alanı Hesaplamasında Kullanımı

Dr. Muzaffer DEĞERTEKİN, Doç. Dr. Yelda BAŞARAN, Dr. Murat GENÇBAY,
Dr. Bengi YAYMACI, Doç. Dr. İsmet DİNDAR, Doç. Dr. Fikret TURAN
Koşuyolu Kalp ve Araştırma Hastanesi, İstanbul

ÖZET

Çalışmamızda, kalsifik olmayan mitral darlığı hastalarında kapak alanı ölçümünde "PISA" yöntemi parametrelerini azaltarak elde ettiğimiz basitleştirilmiş "PISA" formülünün doğruluğunu ve klinik kullanımını araştırdık.

Çalışmaya mitral kapağa yapılacak invazif girişim tipi ve girişim zamanlaması için takip edilen yaş ortalaması 32.2 ± 7.8 yıl olan 41 (28 K, 13 E) kalsifik olmayan mitral darlığı hastası dahil edildi. Mitral darlığına ek olarak 16 hastada aort, 9 hastada hafif mitral yetersizliği mevcuttu. 41 hastanın 18'inde atriyal fibrilasyon geri kalanında normal sinüs ritmi vardı.

Hastaların mitral kapak alanı (MKA) hesaplamasında standart "PISA", basınç yarılanma zamanı (BYZ) ve planimetri (PLN) yöntemi uygulandı. Ayrıca aşağıda formülü belirtilen basitleştirilmiş "PISA"(S) yöntemiyle MKA hesaplandı. Kalsifik olmayan mitral kapak yapraklarının meydana getirdiği açı empirik olarak 118° kabul edildi. $118/180=0.65$ (Açı sabiti), $2\pi=6.28$, Sabit değer (S)= $0.65 \times 6.28=4.1$

$$MKA=4.1 \times AV \times r^2 / MV$$

Farklı yöntemler kullanılarak elde edilen MKA değerleri karşılaştırıldı. Bu yöntemler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ve pozitif korelasyonlar elde edildi. "PISA"(S)-BYZ $r=0.85$, "PISA"(S)- PLN $r=0.85$, "PISA"(S)- "PISA", $r=0.96$.

Sonuç olarak, "PISA"(S) yöntemi ve diğer yöntemlerle hesaplanan MKA değerleri karşılaştırıldığında benzer sonuçlar elde edildi. Kalsifik olmayan mitral darlığında PISA(S) yöntemi ile MKA hesaplamasının pratik klinik kullanımını olan güvenilir bir yöntem olduğu görüldü.

Anahtar kelimeler: Mitral darlığı, PISA, Ekokardiyografi, Kapak alanı

Ekokardiyografi, mitral darlığı hastalığının tanısı ve takibinde kullanılan non-invazif değerli bir yöntemdir. Mitral darlığında hastalığın tanısı yanında mitral kapak alanı (MKA) ölçümleri, hastanın klinik takibi, girişim zamanlaması ve çeşidi açısından önemlidir.

Mitral kapak alanının ekokardiyografik değerlendirilmesinde planimetri (PLN), basınç yarılanma zamanı (BYZ), devamlılık denklemi, mitral kapak renkli Doppler akım alanı ve "proximal isovelocity surface area" (PISA) yöntemi kullanılmaktadır. PLN ve BYZ yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Bu yöntemlerin pratik ve yaygın kullanımı yanında bazı kısıtlılıkları vardır. BYZ, sol ventrikül kompliyansı, "preload" ve kapak yetersizlikleri etkilenebilmektedir (1-4). Bunların yanında parasternal pencere görüntülerinin iyi olmaması, kapak kalsifikasyonu ve mitral kapağa ait daha önce yapılmış müdahaleler ise PLN ile yapılan kapak alanı hesaplamalarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (5,6).

"PISA" yöntemi son yıllarda kullanılmaya başlanan, renkli Doppler ekokardiyografiden faydalanılması yanında devamlılık denklemi prensiplerinin uygulandığı yeni bir kapak alanı hesaplama yöntemidir. Bu yöntem, kapak yetersizlikleri, atriyal fibrilasyon ve mitral kapak yapısından etkilenmeden doğru sonuçlar verebilmektedir (7-9). Ancak "PISA" yönteminin bu avantajları yanında, formülünde içerdiği parametre sayısının fazlalığı uygulanmasını ve MKA hesaplamasını diğer yöntemlere göre daha karmaşık hale getirmektedir.

"PISA" yönteminde mitral kapak açısını ölçmek, diastolde açılmış kapak görüntüsünün kağıda aktarılıp üzerinden ölçüm yapılmasını gerektirmektedir (8,9). Bu işlem zaman alıcıdır ve yöntemin pratik uygulamasını kısıtlayan önemli bir sorundur.

Çalışmamızda mitral kapak açısı için sabit bir sayı kullanılmıştır. Formül içindeki sabit değerlerden tek bir sabit sayı (S) elde edilerek formül basitleştirilmiş ve uygulama süresinin kısaltılması amaçlanmıştır.

"PISA" basitleştirilmiş formüllü ["PISA" (S)], BYZ ve PLN yöntemleri ile elde edilen MKA değerlerini

birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Böylece ekokardiyografik olarak kapak morfolojisi çok fazla bozulmamış belli bir grup mitral darlığı hastasında (kalsifik olmayan mitral darlığı) basitleştirilmiş formülle elde edilen MKA değerinin doğruluğu ve uygulanabilirliği araştırılmıştır.

MATERYEL ve METOD

Çalışmaya mitral kapaklarında kalsifikasyon olmayan ekokardiyografik skorlaması ≤ 12 ⁽¹⁰⁾ olan mitral valvotomi girişimi planlanan 41 hasta alındı. Hastaların 28'i kadın 13'ü erkekti ve yaş ortalaması 38.2 ± 7.8 yıldır. 18 hasta atrial fibrilasyon, 23 hasta normal sinüs ritmindeydi. Hastaların 16'sında saf mitral darlığı bulunurken, 11'inde mitral darlığı ve aort yetersizliği, 9'unda mitral darlığı ve mitral yetersizliği, 6'sında mitral darlığı, mitral yetersizliği ve aort yetersizliği birlikte bulunmaktaydı. Hastaların kapak yetersizlikleri renkli Doppler ekokardiyografi ile saptandı. İkinci derece ve üzerindeki kapak yetersizliği saptanan hastalar çalışmaya alınmadı. (Tablo 2)

Ekokardiyografik Çalışma

Hastaların değerlendirmesinde Hewlett-Packard Sonos 1000 cihazı, 2.5 mHz "phased array" transduser kullanıldı. Ölçümler, hasta sol lateral dekübitus pozisyonunda yatırılarak yapıldı. Bütün hastaların kapak alanı ölçüm yöntemleri aynı ekokardiyografik işlem sırasında gerçekleştirildi.

PLN ile MKA ölçümleri, standart parasternal kısa eksen yaklaşım ile diyastolde mitral kapakların maksimum açılımı sırasında oluşan kapak alanının çizilmesiyle elde edildi.

BYZ yöntemi ile MKA ölçümleri maksimum mitral kapak akımının elde edilmesi sonrasında, basınç yarılanma zamanının saptanmasıyla ekokardiyografi cihazı üzerinde otomatik olarak hesaplandı. Ekokardiyografi cihazında elde edilen akımlar için açı düzeltilmesi yapılmadı.

"PISA" yönteminin uygulanması

"PISA" yöntemi ile ölçümlerde apikal 4 boşluk yaklaşım kullanıldı. "PISA" için klasik formül uygulandı. Renkli Doppler ile mitral kapak üzerinde oluşan akım yaklaşma bölgesinin mavi-kırmızı renkli sınır çizgisi belirlenerek en geniş olanı üzerinde cihazın "cine-loop" ve büyütme fonksiyonundan yararlanılarak yarıçap (r) ölçümleri yapıldı (Şekil 5). Aynı görüntünün çekilen resimleri üzerinde, mitral kapak ön ve arka yapraklarının diyastolde maksimum açıklıkta oluşturduğu açı (α),iletici ile her hastada ayrı ayrı ölçüldü (Şekil 6).

Mitral kapak açı ölçümleri, sabit olarak kabul edilen kapak açısı değerinden habersiz olan bir araştırmacıya yapıldı. Elde edilen açı değerleri 180'e bölünerek ($\alpha/180^\circ$) açıya bağlı oluşan düzeltme değeri hesaplandı. "PISA" ile MKA ölçümü sırasında, aliasing velosite 18-34 cm/sn sınırları içinde tutulmak üzere her hasta için en uygun aliasing velosite seçilerek uygulandı. Hesaplanan mitral kapak akım volümünün maksimum mitral akım hızına bölünmesiyle MKA hesaplandı.

Sabit değer kullanılan "PISA"(S) formülüyle MKA alanı

hesaplaması tüm hastalara uygulandı. Her hasta için tüm hasta ortalamalarına yakın olan ve matematiksel işlem pratiği sağlayabilecek 118° 'lik mitral kapak açısı değeri kullanıldı. $118^\circ/180^\circ=0.65$ bulundu. 2π değeri 6.28 olarak kabul edildi ve tüm sabit değerler tek bir sabit sayıya (S) 4.1'e dönüştürüldü. Formül daha az parametrelili hale getirildi.

"PISA" Formül:

$$MKA = (2\pi r^2 \times AV \times \alpha/180) / MV$$

"PISA"(S) formül:

$$118^\circ/180^\circ = 0.65 \dots \dots \dots \text{Açı sabiti}$$

$$2\pi = 6.28$$

$$\text{Sabit değer} = (S) 0.65 \times 6.28 = 4.1$$

$$MKA = (S) \times AV \times r^2 / MV$$

Mitral kapak alanı ölçümleri 5 ayrı ölçüm değerinin ortalaması alınarak belirlendi.

İstatistiksel analiz

Mitral kapak alanı ölçümlerinin yöntemlere göre farklılığı ANOVA ve eşleştirilmiş-t testi ile değerlendirildi. Ayrıca bu değerlerin standart hataları, lineer regresyon analizleri ve korelasyon katsayıları hesaplandı.

Değerlendirme değişkenliği

Rastgele seçilmiş 10 hastanın PLN, BYZ "PISA" ve "PISA"(S) yöntemleri ile elde edilen değerleri aynı kişi tarafından farklı zamanlarda tekrar değerlendirildi (intraobserver değişkenlik). Ayrıca aynı değerler birbirinden habersiz farklı kişiler tarafından da (interobserver değişkenlik) değerlendirildi.

İnterobserver değişkenlik, "PISA" da % 4.8, "PISA"(S)'da %5.1, PLN'de %4.5, BYZ'de %5.1 olarak bulundu. İntraobserver değişkenlik "PISA"da %4.9, "PISA"(S)'de %4.4 PLN'de %4.8, BYZ'de %4.7 olarak bulundu.

BULGULAR

Hastaların yapılan ölçümlerinde mitral kapak yapraklarının meydana getirdiği açılarının ortalaması $120.4^\circ \pm 6.7^\circ$ (maks. 134° min. 100°) olarak bulundu. Maksimum mitral akım ortalaması 207.2 ± 26 cm/sn olarak elde edildi. 18-34 cm/sn sınırları içinde kullanılan "aliasing velositede" elde edilen yarı küre çapı (r) 1.1 cm ile 1.94 arasında değişti. İşlem sırasında kalp hızı ortalaması 84.3 ± 4.1 /dk olarak bulundu (Tablo 1-2). Mitral kapak alanı ortalama değerleri kullanılan yöntemlere göre, PLN 1.29 ± 0.26 cm², BYZ 1.27 ± 0.24 cm², PISA 1.27 ± 0.27 cm², "PISA"(S) 1.27 ± 0.25 cm² olarak elde edildi (Tablo 3).

Tablo 1. Hastaların hesaplamalarda kullanılan parametreleri ve mitral kapak alanı değerleri

HASTA	YAŞ	CİNS	EKG	MV (cm/sn)	AÇI	AV (cm/sn)	r (cm)	PLN (cm ²)	BYZ (cm ²)	PISA (cm ²)	PISA (S) (cm ²)
1	54	E	AF	210	105	28	1.28	1.05	1	0.8	0.896
2	45	E	NSR	180	125	28	1.55	1.7	1.7	1.63	1.532
3	38	E	NSR	183	124	28	1.6	1.58	1.65	1.69	1.606
4	50	E	AF	181	115	18	1.68	1.2	1.1	1.13	1.151
5	38	K	NSR	192	120	34	1.24	0.9	1.06	1.14	1.116
6	36	E	AF	220	125	24	1.30	1.1	0.9	0.8	0.756
7	32	E	AF	200	110	34	1.10	1.06	0.92	0.79	0.843
8	31	K	NSR	250	118	34	1.50	1.5	1.53	1.26	1.255
9	53	K	AF	195	105	18	1.50	0.8	0.9	0.76	0.852
10	38	E	NSR	180	118	34	1.6	2.2	1.86	1.99	1.983
11	35	K	AF	200	125	34	1.10	0.74	0.85	0.9	0.843
12	46	E	AF	190	110	18	1.70	0.96	0.75	1.05	1.123
13	32	K	NSR	284	120	34	1.4	1	1.2	0.98	0.962
14	32	K	NSR	168	134	28	1.5	1.84	1.75	1.75	1.538
15	28	K	NSR	190	121	28	1.5	1.48	1.51	1.4	1.359
16	36	K	NSR	226	110	23	1.58	1.1	0.94	0.98	1.042
17	38	K	NSR	227	120	34	1.2	0.9	0.8	0.9	0.884
18	46	K	NSR	170	118	18	1.8	1.55	1.58	1.41	1.407
19	24	K	NSR	224	110	23	1.53	0.88	1.15	0.92	0.985
20	22	K	NSR	282	118	18	1.54	0.8	0.8	0.62	0.621
21	26	K	NSR	280	110	28	1.8	0.95	1.2	1.24	1.328
22	40	K	AF	210	120	34	1.6	1.55	1.3	1.74	1.699
23	47	E	AF	280	118	28	1.7	1.3	1.23	1.19	1.185
24	54	E	NSR	210	125	28	1.5	1	1.2	1.31	1.23
25	21	K	NSR	190	120	28	1.45	1.1	1.2	1.3	1.27
26	31	K	NSR	210	110	28	1.6	1.25	1.37	1.31	1.399
27	50	K	AF	175	110	28	1.55	1.2	1.25	1.48	1.576
28	50	K	NSR	235	100	28	1.94	1.6	1.5	1.56	1.839
29	46	K	AF	228	110	18	2.2	1.68	1.44	1.47	1.567
30	42	E	AF	240	120	34	1.4	1.3	1.1	1.16	1.138
31	30	K	NSR	200	120	28	1.5	1.2	1.4	1.32	1.292
32	50	K	AF	194	120	28	1.3	1.26	1.1	1.02	1
33	40	K	NSR	191	118	28	1.4	1.32	1.25	1.18	1.178
34	35	K	AF	240	110	28	1.5	0.96	0.85	1.01	1.076
35	46	K	AF	178	127	28	1.58	1.67	1.73	1.74	1.61
36	52	K	AF	173	130	34	1.4	1.64	1.59	1.75	1.579
37	35	E	NSR	175	105	28	1.6	1.5	1.6	1.5	1.679
38	27	K	AF	182	120	34	1.4	1.49	1.3	1.53	1.501
39	28	K	AF	185	128	28	1.45	1.32	1.42	1.42	1.305
40	34	K	NSR	190	126	28	1.55	1.43	1.5	1.56	1.452
41	30	E	NSR	180	118	28	1.45	1.5	1.4	1.35	1.341

BYZ : Basınç yarılanma zamanı
 PLN : Planimetri
 PİSA : Proksimal isovelocity surface area
 PİSA(S) : Basitleştirilmiş PİSA
 AF : Atriyal fibrilasyon

AV : Aliasin velosite
 r : Mitral kapak üzerindeki PİSA mesafesi
 Aç : Mitral yaprakların diastoldeki açısı
 MV : Maksimum mitral akım hızı
 NSR : Normal sinüs ritmi

Kapak alanı ölçümünde aynı hastalar için kullanılan yöntemler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (Şekil 1) ve "PISA"(S) ile BYZ arasında $r=0.85$ (Şekil 3), "PISA"(S) ile PLN arasında $r=0.85$ gibi yüksek pozitif korelasyonlar elde edildi (Şekil 4). Bunun yanısıra "PISA" MKA ile sabit değer kullanılarak kısaltılmış formül ile elde edilen "PİSA"(S) MKA arasında da $r=0.96$ yüksek pozitif korelasyon elde edildi (Şekil 2).

Kullanılan tüm yöntemler birbiriyle karşılaştırıldığında, aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmayıp ($p>0.05$) yüksek korelasyonlar bulundu (Tablo 4).

Hastaların ölçülen gerçek mitral kapak açısı değerleri ile ampirik olarak kabul edilen 118° açısı değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı ($p>0.05$).

Tablo 2. Hastaların Karakteristik Özellikleri

Cinsiyet	28 kadın, 13 erkek
Kapak Hastalığı	16 MD 11 MD+AY, 9 MD+MY 6 MD+MY+AY
Kalp ritmi	23 NSR, 18 AF
Yaş (yıl)	Ortalama 38.2 ± 7.8 (Değişim aralığı 21-54)
Kalp hızı (dk)	Ortalama 84.3 ± 4.1 (Değişim aralığı 51-118)
Mitral kapak açısı derecesi	Ortalama 120.4 ± 6.7° (Değişim aralığı 100-134°)
Mitral maksimum akım hızı (ms/sn)	Ortalama 207 ± 26 (Değişim aralığı 168-284)

MD: mitral darlığı, AY: aort yetersizliği, MY: mitral yetersizlik
NSR: normal sinüs ritmi, AF: atriyal fibrilasyon

Tablo 3. Mitral kapak alanı değerleri ve kullanılan yöntemler

YÖNTEM	KAPAK ALANI (cm ²)
PLN	1.29 ± 0.26
BYZ	1.27 ± 0.24
"PISA"	1.27 ± 0.27
"PISA"(S)	1.27 ± 0.25

p=NS, PLN: Planimetri, BYZ: Basınç yarılanma zamanı, "PISA": proximal isovelocity surface area, "PISA"(S): Basitleştirilmiş "PISA"

Tablo 4. Farklı yöntemlerle elde edilen mitral kapak alanı değerleri arasındaki korelasyonlar

YÖNTEM	REGRESYON KATSAYISI (r)
"PISA"-PLN	0.88
"PISA"-PHT	0.89
PLN-PHT	0.89
"PISA"(S)-PLN	0.85
"PISA"(S)-PHT	0.85
"PISA"(S)-PISA	0.96

PLN: Planimetri, BYZ: Basınç yarılanma zamanı, "PISA": proximal isovelocity surface area, "PISA"(S): Basitleştirilmiş "PISA"

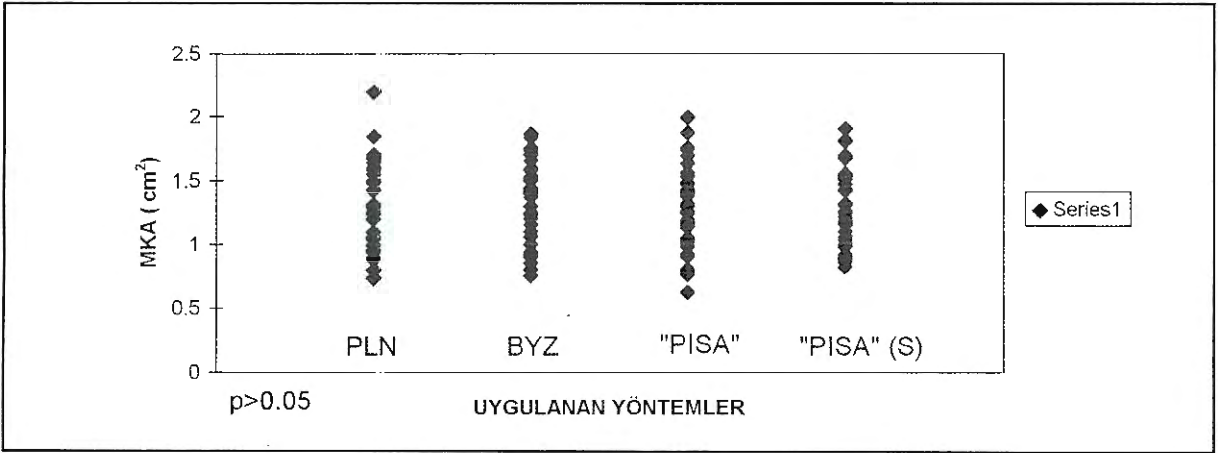
TARTIŞMA

Mitral darlığı olgularında kapak alanının değerlendirilmesinde BYZ ve PLN gibi klasik ekokardiyografik yöntemlerin kendi içinde birçok kısıtlılıkları vardır (5,6,11-13). Kapakların kalınlığı, göğüs deformitesi, kalsifikasyon ve daha önce uygulanan valvotomi işlemleri PLN yönteminin uygulanabilirliğini ve doğru sonuç vermesini etkileyebilmektedir. Aynı zamanda BYZ yöntemi, ciddi aort yetersizliğinde, sol ventri-

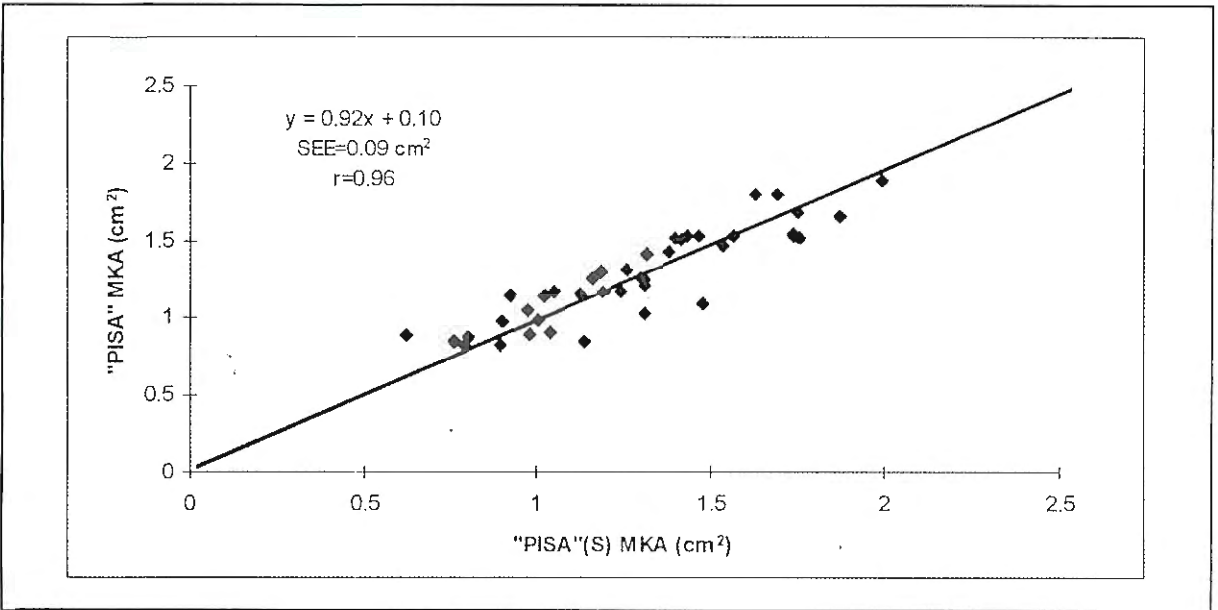
kül ön yük değişikliğinde ve PBMV uygulamasından kısa süre sonra yapılan kapak alanı hesaplamasında yeterli doğrulukta sonuç vermemektedir (13-15). Bunların yanısıra "PISA" yöntemi, kapak yetersizliği, kapak yapısı ve kalp ritminden etkilenmeden kapak alanı hesaplamasında doğru sonuçlar verebilmektedir (7-9,16). Çalışmamızda klasik ekokardiyografik yöntemlerle "PISA" ve sabit açı değerli "PISA" (S) yönteminden elde ettiğimiz sonuçları birbiriyle karşılaştırdık.

Yapılan çalışmalarda, düşük "aliasing velosite" kullanılarak "PISA" yöntemi uygulaması ve tek yarıçap ölçümü ile güvenilir sonuçlar elde edilmiştir. Daha önce kliniğimizde yapılan ve farklı araştırmacılar tarafından da rapor edilen çalışmalarda "aliasing velosite" azaldıkça oluşan akım yaklaşma bölgesinin şeklinin yarı-küre haline geldiği, böylece tek yarıçap ölçümünün, "PISA" ile MKA hesaplamasında güvenilir doğru sonuçlar verebileceği gösterilmiştir (8-9,17,18,19). "PISA" yönteminde, basit yarı-küre formülü kullanımı için aliasing velosite seçimi önemlidir. Mitral kapak üzerinde oluşan akım yaklaşma bölgesinin şeklinin, aliasing velosite arttıkça yarı-elipsoid hale geldiği durumlarda uygulanan formül ile elde edilen akım miktarı ve hesaplanan "MKA sonuçları gerçek değerlerinden düşük olacaktır (16-18).

Utsunomiya ve arkadaşlarının yaptığı in-vitro çalışmada, 11-15 cm/sn'lik aliasing velosite sınırları içinde kapak alanının 0.3-2 cm² arasında değiştiği durumlarda görüntünün yarımküre haline geldiği bildirilmektedir (20). Vandervoort ve arkadaşlarının mitral yetersizliği bulunan hastalarda yaptığı invivo-in-vitro karşılaştırmalı çalışmada, maksimal hızın % 10 veya altında aliasing velosite kullanılması durumunda hesaplanan akım miktarının güvenilir olduğunu bildirilmektedir (21). Deng ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada 21 cm/sn'lik aliasing velosite kullanıldığında elde edilen MKA değerlerinin PHT ve PLN ile iyi bir korelasyon gösterdiğini, ancak bunun üzerindeki hızlarda yapılan çalışmalarda kapak alanı hesaplarının gerçek değerlerinin altında sonuçlara yol açtığını bildirmiştir (8). Biz de kliniğimizde daha önce yaptığımız çalışmada "aliasing velosite" nin artırıldığı durumlarda hatalı hesaplamaların olduğunu gözledik. Bu nedenle söz konusu çalışmada "aliasing velosite"yi 20-40 cm/sm sınırlarında kullanarak



Şekil 1. MKA hesaplamasında uygulanan yöntemler ve elde edilen MKA değerleri



Şekil 2. "PISA"(S) ile PISA yöntemleri arasındaki lineer regresyon.

MKA: Mitral kapak alanı, "PISA"(S): Basitleştirilmiş PISA

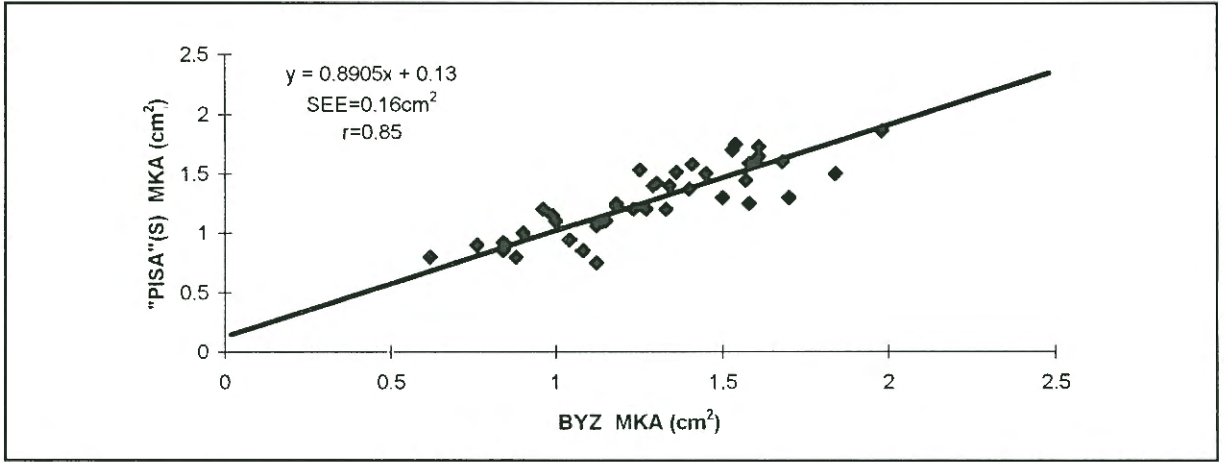
geleneksel yöntemlerle karşılaştırmalarımızda yüksek pozitif korelasyon gösteren güvenilir sonuçlar elde ettik (19).

Çalışmamızda kullanılan "aliasing velosite" limitleri 18-34 cm/sn'den daha düşük hızlarda tutulabilirdi ancak "alaising velosite"nin değerlendirme yapılan bölgedeki akım hızına göre daha fazla düşürülmesi durumunda, elde edilen renkli akım görüntülerinin optimal yarım-küre yarıçapı (r) ölçümlerine uygun olmadığını ve hatalı yüksek değerler elde edilmesine yol açabileceğini saptadık.

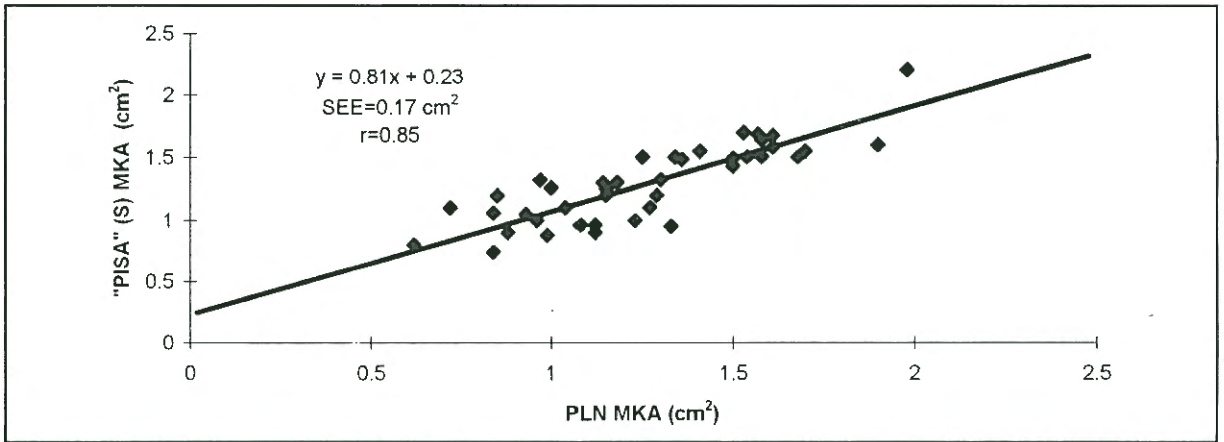
Çalışmada önemli mitral ve aort yetersizliği olma-

yan daha çok PBMV adayı hasta grubunda ölçüm ve değerlendirmeler yapıldı. Bu grup hastaların elde edilen değerleri arasında önemli farklılık gözlenmedi. Ancak "PISA" yönteminin orta ve ileri aort yetersizliği ve/veya mitral yetersizliğinde PHT'ye göre daha güvenilir olduğu ayrıca atriyal fibrilasyonu olan hastalarda da benzer sonuçların saptandığı bildirilmektedir (7-9).

Akım yaklaşma bölgesini ("PISA") şekli, kapak gradiyentine bağlı olarak değişip kapak şekli ve kalsifikasyonlardan etkilenmemektedir. Ayrıca devamlılık denklemi prensiplerine dayanarak belli bir bölgeden geçen volüme göre kapak alanı hesaplandığı



Şekil 3. "PISA"(S) ile BYZ yöntemleri arasındaki lineer regresyon.
MKA: Mitral kapak alanı, "PISA"(S): Basitleştirilmiş "PISA", BYZ: Basınç yarılanma zamanı yöntemi



Şekil 4. PISA(S7 ile PLN yöntemleri arasındaki lineer regresyon
MKA: Mitral kapak alanı, "PISA"(S): Basitleştirilmiş "PISA", PLN: Planimetri yöntemi

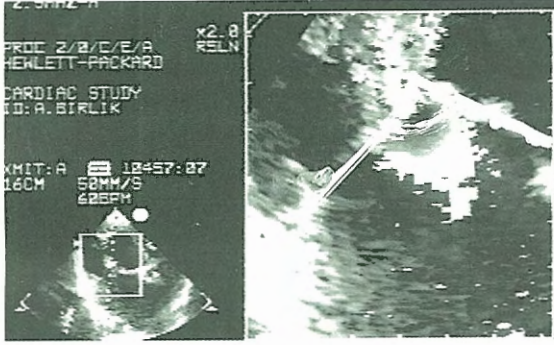
için planimetriye göre avantajlıdır ve daha doğru sonuçlar verebilmektedir.

"PISA" (S) yönteminde, mitral kapak açıları işlem pratikliği ve çabukluğu sağlamak için tüm hastalarda 118° olarak kabul edildi ve formülde $118/180=0.65$ değeri kullanıldı. Böylece MKA hesaplama işlemi hızlandı ve kolaylaştı. Ampirik olarak alınan 118° ile elde edilen akım miktarı ve MKA ile gerçek açı kullanılarak hesaplanan MKA arasında farklılık bulunamadı ($r=0.96$, $p>0.05$). Bu nedenle kalsifik olmayan mitral darlığında ampirik olarak elde edilen (118/180 derece) 0.65 çarpanının rutin klinik kullanım sırasında MKA ölçümünün güvenilirliğini bozmadan pratik olarak kullanılabileceği gösterildi. "PISA"(S) ile "PISA" yöntemleriyle MKA ölçüm

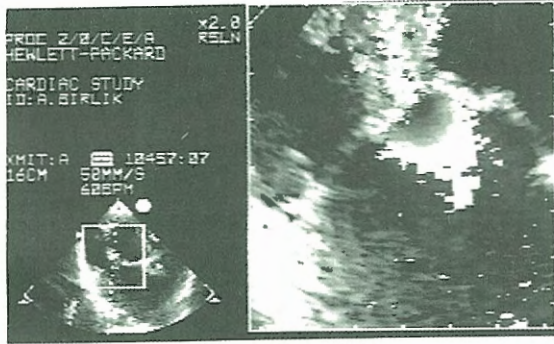
değerleri arasında açı farkından dolayı en fazla % 12'lik fark bulunmuştur.

Çalışmamıza benzer bir popülasyonda, Rodriguez ve arkadaşlarının elde ettiği mitral kapak açısı ortalaması $118^{\circ}\pm 15^{\circ}$ 'dir, yine aynı çalışma grubunun, başka bir araştırmasında, PBMV sırasında "PISA" yönteminin pratik kullanımı için 115° 'lik sabit açı değeriyle güvenilir sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir (7,22). Bizim hastalarımızdan elde edilen mitral kapak açı ortalaması $120.4^{\circ}\pm 6.7^{\circ}$ dir ve sabit sayı içinde açı değerini 118° olarak kabul edilmiştir.

Formülümüzü tüm hastalara sabit "aliasing velosite" kullanarak biraz daha kısaltmamız mümkün olabilirdi. Ancak farklı ekokardiyografi cihazlarında sabit olarak alınan "aliasing" velosite'nin ayarlanmasının



Şekil 5. Mitral kapak üzerinde oluşan "PISA" yarıçap (r) ölçümü



Şekil 6. Mitral kapak yapraklarının meydana getirdiği açının ölçülmesi

güç olabileceği düşünüldü. Bu durum standardizasyonda ve yaygın klinik kullanımda sorunlara yol açabileceğinden "aliasing velosite" sabit olarak alınmadı (23).

"PISA" ile hesaplanan değer anatomik mitral kapak alanı olmayıp "vena contracta" ya (akıma izin veren minimum kesit alanı) karşılık gelen fonksiyonel mitral kapak alanıdır. Çünkü diyastolik mitral akım mitral akım hızına bölündüğünde en düşük alan hesaplanmaktadır. Bu nedenle "PISA" yönteminde planimetrik ölçümlerden daha düşük değerler elde edilmesi beklenebilir (24,25).

"PISA" yöntemi, diğer çalışmalarda da bildirildiği gibi ritm bozukluğu (AF), mitral yetersizliği, kapak kalsifikasyonu gibi durumlarda da güvenilir sonuçlar vermektedir. Ancak bunun yanında, klinik kullanım sırasında "PISA" yöntemi ile kapak alanı hesabı, PHT ve PLN ile karşılaştırılınca daha fazla zaman almakta, uygulayan kişinin belli bir düzeyde bilgi ve deneyimine (öğrenme sürecine) gereksinim göstermektedir (9).

Görenek ve ark. yeni matematiksel yöntem kullanı-

arak uyguladıkları "PISA" yöntemini düzeltilmiş "PISA" ile karşılaştırdıklarında mitral kapak alanı ölçümünde istatistiksel olarak farklı sonuçlar elde etmemişlerdir. Ayrıca Görenek ve arkadaşlarının yöntemi çok uzun matematiksel işlem gerektirmektedir ve klinik pratikte kullanımı çok zor ve zaman alıcıdır (26). Bu nedenle çalışmamızda "PISA" (S) ile elde ettiğimiz sonuçları klasik MKA ölçüm yöntemleri (PLN, BYZ) yanında "PISA" yöntemiyle de karşılaştırdık. Kapak alanı değerlerinde anlamlı fark bulamadık ($p>0.05$). Bunun yanında "PISA" yönteminin MKA doğruluğunu etkilemeden işlem süresini kısalttığını saptadık. Böylece "PISA" ile kapak alanı yönteminin klinikte pratik kullanımının yaygınlaşabileceğini düşündük. Çalışmamızda elde ettiğimiz MKA değerlerini Gorlin formülü ile karşılaştıramadık ancak bu formülünde kendi içinde kısıtlılıkları olduğu ve kapak yetersizliklerinden etkilendiği bilinmektedir. (27,28). Ancak bu çalışmadaki esas amaç, basitleştirilmiş "PISA" formülünün kapak alanı hesabında güvenilir sonuçlar verebileceğinin gösterilmesidir.

Sabit olarak kabul ettiğimiz 118° açı değeri ile hastaların ölçülen gerçek mitral kapak açıları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı böylece "PISA" ve "PISA" (S) yöntemleri ile hesaplanan kapak alanı değerlerinde yüksek pozitif korelasyon elde edildi. "PISA"(S) yöntemi değerleri ayrıca PLN ve BYZ değerleri ile yüksek pozitif korelasyonlar gösterdi ($r=0.85$, $r=0.85$ sırasıyla) ve MKA değerleri arasında anlamlı fark bulunmadı ($P>0.05$).

Ekokardiyografi tetkikleri sırasında sıklıkla karşılaştığımız kalsifik olmayan mitral darlığı hastalarında "PISA"(S) formülünün pratik, güvenilir, uygulanabilir alternatif bir formül olabileceği kanısına varıldı. Çalışmamızın sonuçları, "PISA" yönteminin kullanılmasını kolaylaştırmaktadır ancak kalsifik olmayan mitral darlığı gibi sınırlı hasta grubunda uygulanabilmesi araştırmamızın kısıtlayıcı öğelerindedir. Bunun yanında, dikkat edilmesi gereken bir durumda mitral kapak açıları her hasta için ayrı ayrı ölçülmesine rağmen kapakların meydana getirdiği açının iki boyutlu görüntü üzerinden değerlendirildiğidir. Yakın gelecekte, üç boyutlu rekonstrüksiyon ile ekokardiyografik kapak morfolojisinin daha doğru değerlendirilmesi yöntemin mevcut kısıtlılıklarını ortadan kaldıracaktır (29).

KAYNAKLAR

1. Nakatani S, Masuyama T, Kodama K, Katabake A, Fujii K, Takenobu K. 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

2. Thomas J D, Wilkins G T, Choong C Y P, Abascal V M, Palacios I P, Weyman A E: Inaccuracy of mitral pressure half time immediately after percutaneous mitral valvotomy. *Circulation* 1988; 78: 980-83

3. Gilliam L D, Choong C Y P, Wilkins GT: The effect of aortic insufficiency on Doppler pressure half time calculations of mitral valve area in mitral stenosis. *Circulation* 1988; 74: 217-25

4. Flachskampf F A, Weyman A E, Gillam L, Chun-Ming L, Abascal V, Thomas J D. 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

5. Henry WL, Griffith J M, Michaelis LL, et al: Measurement of mitral orifice area in patients with mitral valve disease by real time two-dimensional echocardiography. *Circulation* 1975; 51, 825-32

6. Martin R P, Rakowski H, Kleiman J H, Beaver W, London E, Rupp R L. Reliability and reproducibility of measurement of the stenotic mitral valve orifice area. *Am J Cardiol* 1979; 43: 560-8

7. Rodriguez L, Thomas S, Monterroso V, Weyman A, Horrigan P, Mueller L N. Validation of the proximal flow convergence method: calculation of orifice area in patients with mitral stenosis. *Circulation* 1993; 88: 1157-65

8. Deng Y, Matsumoto M, Wang X, Liu L, Takizawa S, Takekoshi N. 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: 683-9

9. Rifkin R, Harper K, 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: 458-65

10. Wilkins GT, Weyman AE, Abascal Vm, Block PC, Palacios IF. Percutaneous balloon dilatation of the mitral valve: An analysis of the echocardiographic variables related to outcome and mechanism of dilatation. *Br Heart J* 1988; 60: 299-308

11. Wann L S, Weyman AE, Diellon JC, et al: Determination of mitral valve area by cross-sectional echocardiography. *Ann Int Med* 1978; 88: 337-45

12. Nichol PM, Gilbert BW, Kisslo JA: Two-dimensional echocardiographic assesment of mitral stenosis. *Circulation* 1977; 55: 120-27

13. Nagatani S, Nagata S, Beppu S: Acute reduction of mitral valve area after percutaneous balloon mitral valvuloplasty: Assesment with Doppler continuity equation method. *Am Heart J* 1991; 121: 770-79

14. Chen C, Wang Y, Gua B: Reliability of the Doppler pressure half time method for assesing effects of percutaneous mitral valvuloplasty. *J Am Coll Cardiol* 1989; 13: 1309-15

15. Klarich KW, Rihal CS, Nishimura R: Variability between methods of calculating mitral valve area: Simultaneous Doppler echocardiographic and cardiac catheterization studies conducted before and after percutaneous mitral valvuloplasty. *J Am Soc Echocardiography* 1996; 9: 684-90

16. Usunomiya T, Ogawa T, Doshi R, Patel D, Quan M, Henry W: Doppler color flow "proximal isovelocity surface area" method for estimating volume flow rate: Effects of the orifice shape and machine factors. *J Am Coll Cardiol* 1991; 17: 1103-11

17. Deng Y, Shiota T, Shandas R, Zhang J, Sahn D: Determination of the most appropriate velocity threshold for applying hemispheric flow convergence equations to calculate flow rate: selected according to the transorifice pressure gradients. *Circulation* 1993; 88: 1699-1708

18. Usunomiya T, Doshi R, Patel D, Mehta K, Nguyen D, Henry W. 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: 277-82

19. Degertekin M, Başaran Y, Gençbay M, Yaymacı B, Dindar İ, Turan F. Validation of flow convergence region method in assessing mitral valve area in the course of transthoracic and transesophageal echocardiography studies. *Am Heart J* (baskıda)

20. Shiota T, Jones M, Valdez-Cruz L, Shandas R, Yamada I, Sahn D. 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: 114-23

21. Vandervoort P M, Rivera J M, Mele D. Application of color Doppler flow mapping to calculate effective regurgitant orifice area: an in-vitro study and initial clinical observations. *Circulation* 1993; 88: 1150-6

22. Rodrigeouz L, Tuzcu M, Elliot JM, Garcia M. Rapid assessment of mitral valve area during percutaneous mitral valvuloplasty using PISA method. *AHA* November 14-17, 1994 (abstract 1198)

23. Faletra F, Pezzano A, Fusco R, et al: Measurement of mitral valve area in mitral stenosis: Four echocardiographic methods compared with direct measurement of anatomic orificies. *J Am Coll Cardiol* 1996; 28: 1190-7

24. Yoganathan A, Cape E, Sung H W, Williams F P, Jimoth A. Review of hydrodynamic principles for the cardiologist: Application to the study of blood flow and jet by imaging techniques. *J Am Coll Cardiol* 1988; 12: 1344-53

25. Reimold S C, Ganz P, Bittle J A, et al: Effective aortic regutgant orifice area: Description of a method based on the conservation of a mass. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18: 761-68

26. Görenek B, Ata N, Esen H, et al: Yeni PISA yöntem-

lerinin mitral darlığında kapak alanı ölçümünde kullanımı. Türk Kardiyol Dern Arş 1996; 24: 337-345

27. Fredman CS, Pearson AC, Labovitz AJ, Kern MJ: Comparison of hemodynamic pressure half-time method and Gorlin formula with Doppler and echocardiographic-determinants of mitral valve area in patients with combined mitral stenosis and regurgitation. Am Heart J 1990; 119: 121-9

28. Grossman W, Baim D: Cardiac Catheterization, Angiography and Intervention. Williams and Wilkins, 1996. p 156

29. Nosir YFM, Chen Q, Vletter WB, et al: Accurate mitral valve area assessment in patients with mitral stenosis by three dimensional echocardiography. J Am Coll Cardiol (Supp) 1997; 29: 372A-784-6