

Yeni "PISA" Yöntemlerinin Mitral Darlığında Kapak Alanı Ölçümünde Kullanımı

Dr. Bülent GÖRENEK, Dr. Necmi ATA, Dr. Hamza ESEN, Dr. Ahmet ÜNALIR,
Dr. Barbaros DOKUMACI, Dr. Muhammed AMANGANE, Dr. Mustafa KILIÇ*,
Dr. Yusuf ERZURUM**, Dr. Bilgin TİMURALP

Osmangazi Üniversitesi (Eski Anadolu Üniversitesi) Tıp Fakültesi Kardiyoloji ve Biyofizik Anabilim Dalı, Eskişehir

* Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı, Denizli

** SSK Eskişehir Hastanesi Kardiyoloji Servisi, Eskişehir

ÖZET

Araştırmamızda mitral kapak alanı ölçümünde kullanılan non-invazif metotların birbirleriyle karşılaştırılması amaçlandı. Bu amaçla 34 romatizmal mitral darlıklı olgu çalışmaya alındı.

Ortadört olguda ekokardiyografik olarak planimetrik yöntem, basınç yarılanma zamanı, Proximal Isovelocity Surface Area (PISA), düzeltilmiş PISA ve yeni oluşturduğumuz matematiksel yöntemi kullanarak elde edilen ortalama mitral kapak alanı değerleri sırasıyla; $1.39 \pm 0.06 \text{ cm}^2$, $1.41 \pm 0.08 \text{ cm}^2$, $1.41 \pm 0.05 \text{ cm}^2$, $1.42 \pm 0.08 \text{ cm}^2$, olarak bulundu. Beş yöntem arasında da pozitif korelasyon tespit edildi (her biri arasında $p < 0.01$). Planimetrik metotla en fazla korelasyonu basınç yarılanma zamanı ile kapak alanı hesaplanması gösterdi ($r=0.94$). Bunu sırasıyla düzeltilmiş PISA yöntemi ($r=0.92$), yeni matematiksel yöntem ($r=0.88$) ve PISA yöntemi ($r=0.85$) izledi.

Yeni matematiksel metod ile elde edilen sonuçların, planimetrik mitral kapak alanı değerlerine, PISA ile elde edilen değerlerden daha yakın olması, PISA metodunun MD'na uygulanmasındaki bazı hatalarından kaynaklanmaktadır. İzvelosite alanlarını yarım küre değil, koni kesmesi şeklinde kabul eden ve ilk kez kliniğimizde geliştirilip tebliğ edilen yeni yöntemle bu hatalar büyük oranda ortadan kaldırıldı. Hafif mitral yetmezliği, aort yetmezliği varlığında ya da normal hızda ventrikül yanıtına sahip atriyum fibrilasyonunda yöntemler arasındaki korelasyonun etkilendiği gözlemlendi.

Sonuç olarak, beş metodun bazı hatalarına rağmen birbirlerine yakın neticeler verdiği, yeni matematiksel yöntemin PISA metoduna göre daha üstün olduğu ve klinikte mitral kapak alanı ölçümünde güvenle kullanılabileceği ortaya konuldu.

Anahtar kelimeler: Ekokardiyografi, mitral darlığı, PISA

Mitral darlığı (MD) tanısı konulmasında ve tanı konan hastaların nicel olarak değerlendirilmesinde ekokardiyografi (eko) en değerli non-invazif yöntemdir.

Alındığı tarih: 25 Aralık 1995, revizyon 1 Nisan 1996
Yazışma Adresi: Dr. Bülent Görenek Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı 26040 Meşelik / Eskişehir
Tel.: (0 222) 239 53 70 Fax: (0 222) 239 53 70

Bununla birlikte çeşitli eko tekniklerinin kendine göre kullanım sınırlamaları vardır. Örneğin 2 boyutlu EKO (2D eko) da planimetrik yöntem ile mitral kapak alanı (MKA) tayini yaparken, bazen kapak sınırları net görülemez. Bazı EKO cihazlarının gain sensitivitelerinin (1,2) ve lateral rezolüsyonlarının yeterli olmaması (3), kronik obstrüktif akciğer hastalığı olanlarda net görüntü elde etme güçlüğü, komissürotomi yapılan hastalardaki ölçüm zorlukları nedeni ile planimetrik yöntem her zaman doğru sonuçlar vermemektedir.

Doppler EKO ile MD'nın derecelendirilmesinde ise basınç yarılanma zamanından (BYZ) yararlanılmaktadır. (4) Fakat uygulamada bununla ilgili de bazı sorunlar olmaktadır. Örneğin BYZ'nin sol ventriküler "stiffness" ve "komplians"ın bir fonksiyonu olması nedeni ile (5) ölçümler maksimum mitral gradyenden etkilenebilmektedir. Bu nedenle mitral yetmezliğinde (MY), taşikardilerde sonuçlar oldukça değişebilmektedir (5,7). Ayrıca balon mitral komissürotomi sonrası erken dönemde BYZ ile MKA tayini pek güvenilir olmamaktadır (8,9).

MD'lı olgularda renkli Doppler eko (RDE) da sol atriyum içinde mitral kapağa doğru her yönden gelen akımların konsantrik olarak hızlandığı ve bir bölgede velositelerinin eşit hale geldiği bilinmektedir. Bazı yazarlar bu bölgenin bir küre kesmesi şeklinde oluştuğunu kabul etmektedirler. RDE ile bu bölgenin alanını hesapladıktan sonra mitral kapak açıklığını tespit etmek mümkün olabilmektedir. Bu yaklaşımla MKA tayininde bilinen rutin eko yöntemlerine ilaveten Proximal Isovelocity Surface Area (PISA) yöntemi kullanıma girmiş ve zaman içinde modifiye edilmiştir.

Bu çalışmamızda, rutinde kullanılan non-invazif MKA tayin yöntemleri ile birlikte PISA ve yeni PISA tekniklerinden yararlanarak gerçeğe en yakın MKA değerlerini bulmaya çalıştık. Bunu yaparken ilk defa kliniğimiz tarafından bulunan yeni bir PISA tekniğini de uygulamaya koyduk.

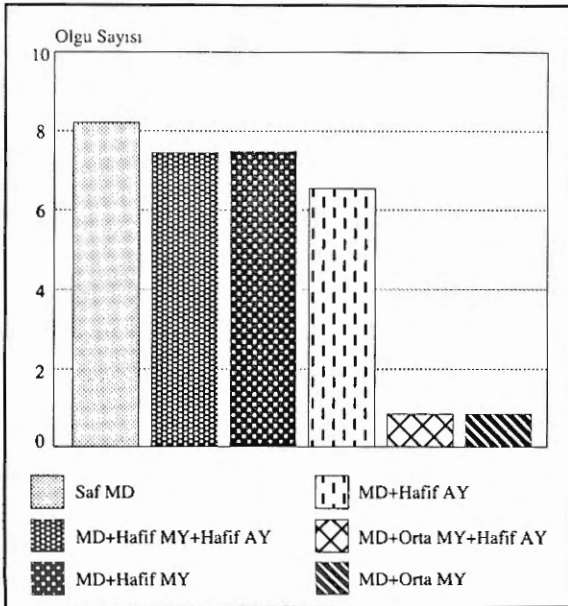
MATERYEL ve METOD

Hasta Özellikleri

Çalışmamız 1995 yılında Osmangazi Üniversitesi (eski Anadolu Üniversitesi) Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı Non-invazif laboratuvarında gerçekleştirildi.

Romatizmal MD'lı 34 olgu çalışmaya alındı. Komissürotomi yapılanlar özellikle planimetrik ölçümlerde yanlış sonuçlar verebileceği nedeni ile araştırmaya dahil edilmedi. Hastaların 4'ü erkek, 30'u kadın olup, ortalama yaşları 41 ± 2 (SE) yıl idi. Olguların 20'sinde sinüs ritmi, 14'ünde ise atriyum fibrilasyonu (AF) mevcuttu. Gerek sinüs ritmindeki gerekse AF'lu hastaların hiçbirinde hemodinamik parametreleri bozacak düzeyde taşikardi ya da bradikardi yoktu. Kalp hızları ortalaması 78 ± 2.2 vuru/dk olarak tesbit edildi.

Olguların 9'unda saf MD mevcuttu, 8'inde ilave olarak hafif mitral yetmezliği (MY) ve hafif aort yetmezliği (AY), 8'inde hafif MY, 7'sinde hafif AY, 1'inde orta MY ve hafif AY, 1'inde orta MY tesbit edildi (Şekil 1).



Şekil 1. Olgulardaki mevcut kapak hastalıkları

2D eko'da kapak sınırlarının net olarak izlenemediği yada Doppler'de mitral akım deselerasyon hattının belirgin olmadığı olguları çalışmamıza dahil etmedik. Hastalarımızın önemli bir kısmında AF mevcut olmasına karşılık hiçbirinde hemodinamik parametreleri etkileyecek düzeyde taşikardiye rastlanmadı. Ayrıca MD'na ilave olarak kapak yet-

mezlikleri bulunan olgularımızın çoğunda yetmezlikler hafif şiddette idi. Tüm bu faktörlerin yüksek korelasyonun tespit edilmesinde rol oynadığını tahmin etmekteyiz.

Ekokardiyografik Çalışmalar

Ekokardiyografik çalışmalar M-mode, 2D, Doppler ve RDE fonksiyonları olan Hewlett Packard Sonos 1000 cihazında 2.5 mHz'lik phased array transducer kullanılarak gerçekleştirildi. Her hastanın, kapak alanına yönelik incelemeleri yanında rutin eko'ları yapıldı. M-mode, 2D, Doppler ve RDE teknikleri kombine olarak kullanıldı.

Tüm olguların görüntüleri Panasonic marka video ile kayıt edildi. Hesaplamaların bir kısmı işlem anında yapıldı, bir kısmı ise daha sonra video kayıtlarının üzerinde hesap yapılarak gerçekleştirildi. PISA ile ilgili ölçümlerde zoom yapılarak en ideal görüntü elde edilmeye çalışıldı. Sinüs ritmindeki hastalarda tüm ölçümler en az üç kez, AF'lu olgularda ise en az beş kez tekrarlanarak ortalama değerleri alındı.

Ölçümler ve Hesaplamalar

MKA tayininde beş değişik ekokardiyografik yöntem kullanıldı.

Planimetrik MKA ölçümü : Planimetrik MKA ölçümü için parasternal kısa eksen pozisyonu kullanıldı. Maksimum erken diyastolik açılma sırasında, kapak sınırları netleştiğinde mitral lifletlerin en uç kısmından kesitler alındı. Kapak alanları, bu kesitlerden yararlanılarak planimetrik yöntemle cihaz tarafından otomatik olarak hesaplandı.

Doppler ile MKA Ölçümü : Mitral akım hızları sürekli olarak wave Doppler ile incelendi. Apikal dört odacık pozisyonunda cursor-line'nin mitral kapaktan geçen kan akımına paralel olmasına özen gösterildi. "Sample volume" mitral orifiste RDE ile akımın en hızlı olarak tesbit edildiği yerden alındı. En üst düzeyde E peak hızlarının elde edilmesine çalışıldı. Maksimum hızlar kayıtları edildi. Mitral E peak noktasından itibaren akım profili deselerasyon hattı çizildi. Bu hat izoelektrik çizgiye kadar ilerletildi. BYZ kullanılarak MKA cihaz tarafından otomatik olarak hesaplandı.

PISA yöntemi ile MKA ölçümü : RDE görüntüleri her hastada apikal dört boşluk pozisyonundan alındı. Ultrason dalgalarının kan akımına paralellığı en iyi bu pozisyonda sağlanabildiğinden ve en geniş proksimal izovelosite yarıçapının elde edilmesine imkan tanıdığından bu eko penceresi kullanıldı.

Şekil 2'de izovelosite alanlarının oluşumu izlenmektedir. PISA hesaplandıktan sonra MKA continuity equation (CE) kullanılarak elde edildi. Şekil 3'de MD'lı bir olguda RDE ile elde edilen PISA görüntüsü izlenmektedir. MD'nda mitral kapağa doğru her yönden gelen akımlar konsantrik olarak hızlanır ve PISA olarak adlandırılan bölgede bunların hızları eşit hale gelir. İzovelositeye ait yarım kürenin çapı r ise PISA $2\pi r^2$ şeklinde hesaplanır.

$$A1 = \text{Hesaplanan PISA}$$

$$A1 = \text{Mitral orifisten r kadar uzakta elde edilen hız}$$

$$V1 = 2\pi r^2$$

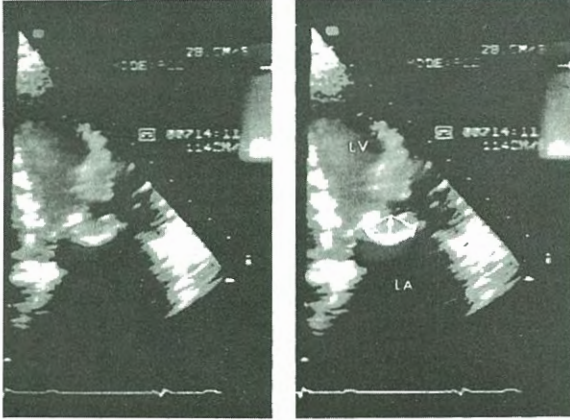
$$A2 = \text{Mitral kapak alanı}$$

$$A1 \times V1 = A2 \times V2$$

$$V2 = \text{Mitral orifis seviyesinde}$$

$$A_2 = MKA = \frac{A_1 \times V_1}{V_2}$$

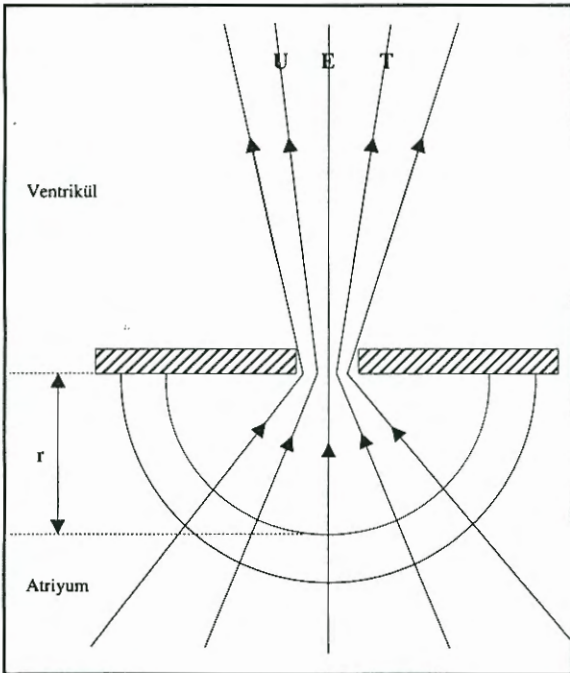
r = Mitral orifis ile aliasing noktası arasındaki mesafe (isovelositeye ait yarım kürenin çapı).



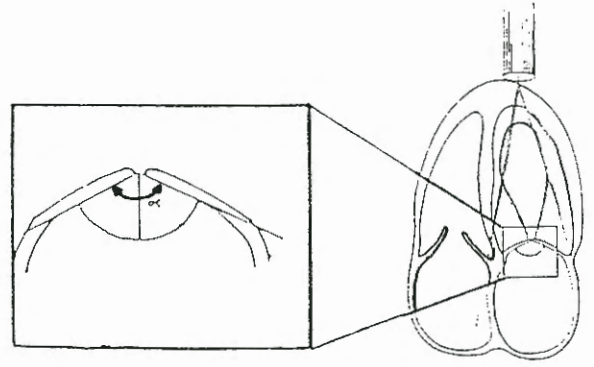
Şekil 2. MD'lı bir olguda RDE ile elde edilen PISA görüntüsü

Bu PISA hesaplaması mitral orifis etrafındaki izovelosite alanlarının yarım küre şeklinde olduğu kabul edilerek yapılmaktadır.

Düzeltilmiş PISA yöntemi ile MKA ölçümü : Bu ölçümler PISA hesaplamasına apikal dört boşluk pozisyonunda mitral yapraklar arasındaki α açısının eklenmesiyle elde edildi.



Şekil 3. Şematik olarak MD'nda izovelosite alanlarının oluşumu



Şekil 4. Düzeltilmiş PISA yönteminde kullanılan yapraklar arası α açısı ve ilk "aliasing" hattı, şematik mitral kapak üzerinde görülmektedir.

Şekil 4'de görüldüğü gibi mitral yapraklar gerçekte düz bir düzlem üzerinde yer almamaktadırlar. Bu nedenle darlık bölgesinden geçen akım 180° 'lik değil, derecesi hastadan hastaya değişen α açısı ile korele bir yay çizmektedir. Bu açı mitral yaprakların maksimum düzeyde açık olduğu anda elde edilen bir değerdir.

PISA yöntemine α açısı düzeltilmesi eklendiğinde, hesaplamalar şu şekilde yapılmıştır :

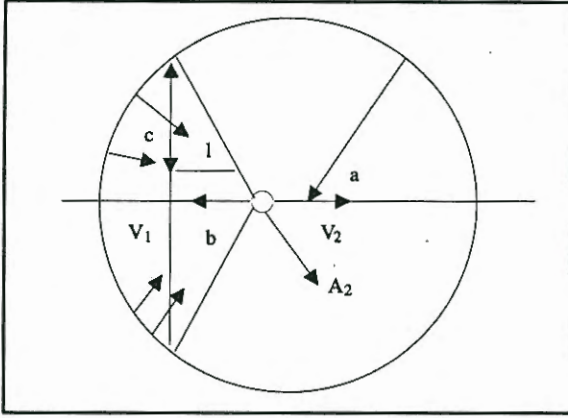
$$A_2 = MKA = 2\pi r^2 \times \frac{V_1}{V_2} \times \frac{\alpha}{180^\circ}$$

V_1 = Mitral orifisten r kadar uzakta elde edilen velosite
 A_2 = Mitral kapak alanı
 A_2 = Mitral orifis seviyesinde continuous wave Doppler ile tesbit edilen velosite
 r = Mitral orifis ile aliasing noktası arasındaki mesafe
 α = Mitral yapraklar arasındaki açı

Yeni matematiksel yöntem ile MKA ölçümü : PISA yönteminde izovelosite alanları yarım daire şeklinde düşünülmüştür. Halbuki operasyon sırasında çıkarılan kapaklar gözününe alındığında bu bölgeleri yarım daireden ziyade ucu kesik koni biçiminde kabul etmek daha doğru olacaktır. Bu durumda MKA hesaplanması daha karmaşık bir tekniği gerektirmektedir. Yeni geliştirilen yöntemde de diğerlerindeki gibi CE'dan faydalanılmaktadır. Metodun esas farklılığı izovelosite alanının hesaplanma şeklinden kaynaklanmaktadır.

MD'lı olgularda yapılan son ekokardiyografik incelemelerde PISA'nın Şekil 5'de çizilen görünümüne benzerliği dikkat çekmiştir. Bu şekil küreyi bir noktadan boylu boyunca keserek elde edilen parçanın (küre kesmesinin) kesik bir koni üzerine küre kesmesinin oturtulmuş biçimini göstermektedir.

Küre kesmesinin yüzey alanını hesaplamak üzere sonsuz küçük bir dA yüzey elemanını dikkate alalım (Şekil 6). Bu yüzey elemanı şekilde görülen büyüklükler cinsinden; $dA'1 = 2\pi r^2 \sin\theta d\theta$ eşitliği ile tanımlıdır ⁽¹⁰⁾.



Şekil 5. Yeni matematiksel yöntemle PISA'nın oluşumu

Yukarıdaki eşitliğin $\theta = 0$ ile $\theta = \theta_0$ arasındaki integrasyonu;

$A = 2\pi a^2 (1 - \cos \theta_0)$ sonucunu verir. Şekilde,

$\cos \theta_0 = b/a$ ile belli olduğundan küre kesmesinin yüzey alanı için aşağıdaki eşitlik elde edilir :

$$A = 2\pi a^2 (1 - b/a)$$

Şekil 6'da görüldüğü gibi, $x=a$ ve $x=b$ doğruları ile sınırlanmış bir $y=f(x)$ fonksiyonunun Ox eksenini etrafında dönmesinden meydana gelen dönele cismin yüzey alanı ($A''1$)

$$A''1 = 2\pi \int_a^b y \sqrt{1 + (dy/dx)^2} dx$$

integrali ile tanımlıdır. İlgilendiğimiz durum için,

$$\begin{aligned} y &= f(x) = -kx \\ dy/dx &= -k = -c/l \\ a &= 0 \\ b &= l \end{aligned}$$

olduğundan, bunların yukarıda yerine konarak integralinin alınması ile;

$$A''1 = \pi cl \sqrt{1 + (c/l)^2} \text{ elde edilir.}$$

İki sonucun birlikte kullanılması ile mitral kapak darlığı için PISA ($A1$);

$$A1 = A'1 + A''1$$

$$A1 = 2\pi a^2 (1 - b/a) + \pi cl \sqrt{1 + (c/l)^2}$$

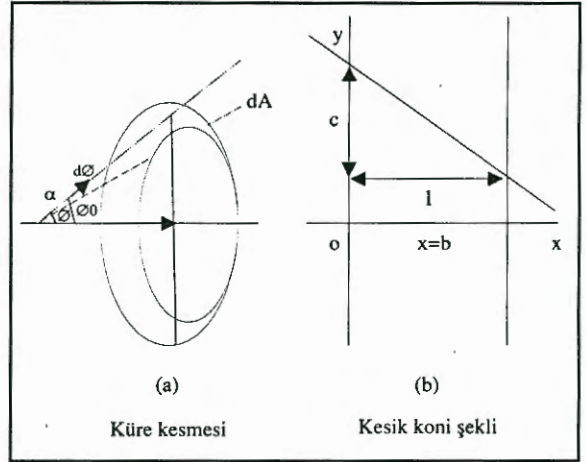
eşitliği ile belirli olur. CE'den MKA ($A2$);

$$A2 = \frac{A1 \cdot V1}{V2}$$

$$= \frac{[2\pi a^2 (1 - b/a) + \pi cl \sqrt{1 + (c/l)^2}] V1}{V2}$$

eşitliğinden hesaplanabilir. İlgili parametrelerin nasıl saptanabileceğini gösteren şematik çizim Şekil 7'de görülmektedir.

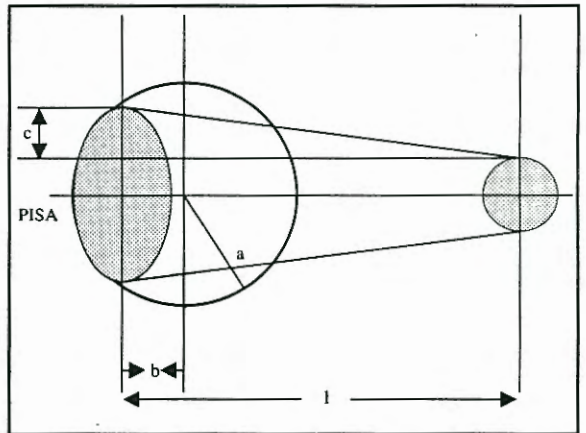
Bu yöntemi uygulamak için olguların PISA görüntüleri net olarak elde edildi. Bütün hastalarda EKO cihazının video



Şekil 6. MD durumunda PISA'nın hesaplanmasına yönelik geometrik çizimler

printer'i kullanılarak görüntüler kopyalandı, Her biri üzerinde mitral orifis, mitral lifletlerin konumu, ilk "aliasing" hattı dikkatli bir biçimde işaretlendi. Ölçümleri daha kolay yapabilmek için tüm görüntüler asetat üzerinde kopyalandı. PISA görüntüsü ilk önce Şekil 7'dekine benzer olarak bir küre üzerine küre kesmesi şeklinde yerleştirildi. PISA'nın alt ve üst noktalarından mitral orifise doğru uzanan çizgilerle bir koni oluşturuldu. Böylece PISA görüntüsü bir koni kesmesi biçiminde ortaya çıktı. Bu şekil üzerinde parametreler tek tek ölçülerek formülde yerlerine konuldu.

Örneğin, mitral orifis ile ilk aliasing noktası arasındaki mesafe 0.56 cm olan bir MD'li olguda, orifis ile izovelocity bölgesinin oturduğu küre kesmesi kullanılarak Şekil 7'deki gibi koni oluşturuldu. Küre kesmesinin yarıçapı; $a = 0.99$ cm, küre kesmesinin horizontal ve vertikal eksenlerinin kesişim noktası ile mitral orifis arasındaki uzaklık; $l = 0.26$ cm, kürenin merkezi ile küre kesmesinin vertikal ve horizontal eksenlerinin kesişim noktası arasındaki mesafe; $b = 0.62$ cm, mitral orifis üst noktası ile küre kesmesinin üst noktası arasındaki mesafe; $c = 0.56$ cm olarak ölçüldü. Bu değerler nihayi formülde yerine konarak PISA 3.39 cm^2 bulundu. CE'dan ise MKA 1.21 cm^2 olarak tespit edildi.



Şekil 7. Yeni Matematiksel Yöntem ile PISA'nın elde edilmesinin şematik gösterimi

Tüm yöntemlerin birbirleri ile olan ilişkilerini araştırmada korelasyon analizi ve univaryant regresyon analizlerinden faydalanıldı. Elde edilen bulgular ve sonuçlar \pm standart hata (SE) belirtilerek değerlendirildi. $p < 0.05$ olan değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Olguların mitral orifis ile ilk "aliasing" hattı arasındaki mesafenin (r) 0.61 ile 1.20 cm arasında değişmekte olup ortalamaları 0.81 ± 0.02 cm bulundu. α açısının minimum değeri 115° , maksimum değeri ise 167° idi. Ortalama α açısı değeri $151.61^\circ \pm 2.11$ olarak tesbit edildi. Tablo 1'de tüm olgulara ait r ve α açısı değerleri görülmektedir.

Otuzdört olguda planimetrik yöntemle elde edilen ortalama kapak alanı 1.39 ± 0.06 cm², Doppler ile BYZ'den faydalanılarak elde edilen ortalama kapak alanı 1.41 ± 0.6 cm², PISA yöntemiyle hesaplanan ortalama kapak alanı 1.41 ± 0.08 cm², düzeltilmiş PISA yöntemiyle elde edilen ortalama kapak alanı 1.41 ± 0.05 cm², yeni matematiksel yöntem ile elde edilen ortalama kapak alanı 1.42 ± 0.08 cm² olarak bulundu. Tablo 1'de tüm MKA değerleri yer almaktadır.

Yöntemler birbirleri ile karşılaştırıldığında beşinin arasında da anlamlı düzeyde pozitif korelasyon olduğu görülmüştür (her biri için $p < 0.01$). Planimetrik yöntemi standart olarak kabul edip, diğerlerinin bununla olan korelasyonuna baktığımızda en anlamlı korelasyonun Doppler'de BYZ yönteminden yararlanılarak hesaplanan kapak alanı ile olduğu ($r=0.94$, $p < 0.01$) görüldü. Bunu sırası ile düzeltilmiş PISA yöntemi ($r=0.92$, $p < 0.01$) (Şekil 8), yeni matematiksel yöntem ($r=0.88$, $p < 0.01$) (Şekil 9) ve PISA yönteminin ($r=0.85$, $p < 0.01$) (Şekil 10) izlediği saptandı.

AF'nun sonuçlar üzerine olan etkileri incelendiğinde, planimetrik yöntem, PISA yöntemi ve düzeltilmiş PISA yöntemi arasında korelasyonun AF varlığından etkilenmediği dikkat çekmiştir ($p < 0.01$). Yeni matematiksel yöntem ile elde edilen kapak alanının diğerleri ile olan korelasyonu AF'lu olgularda da mevcut olmakla beraber bu grup için korelasyonlar daha düşük bulunmuştur ($p < 0.05$).

Yöntemlerin birbirleri ile olan korelasyonunun, mevcut olan hafif şiddetle MY'den etkilenmediği gözlenmiştir ($p < 0.01$).

TARTIŞMA

MD'lı hastaların kapak alanını belirlemede Gorlin formülü gold standart olarak kabul edilmektedir (11). Non-invazif metotlar arasında ise planimetrik kapak alanı ölçümünün çok değerli olduğu bilinmektedir. Bu yöntemle hesaplanan MKA değerleri kateter bulguları ile uyum göstermektedir. Ayrıca kullanımındaki sınırlamalar bilinen diğer eko tekniklerine göre daha azdır. Bu nedenlerle ekokardiyografik metotları kıyaslarken 2D eko ile elde ettiğimiz verileri standart kabul ettik.

Araştırmamızda BYZ ile elde edilen kapak alanları ile planimetrik kapak alanları arasında güçlü bir pozitif korelasyon gözlemlendi ($r=0.94$). Bu sonuç literatür bilgileri ile uyumludur. Örneğin Kraus ve ark. da iki metot arasındaki ilişkiyi anlamlı bulmuşlardır ($r=0.97$). (12). Benzer olarak, Gonzales bir çalışmada bu korelasyonunun $r = 0.85$ düzeyinde pozitif olduğunu tespit etmiştir (4).

Daha önce de belirttiğimiz gibi her iki tekniğin kullanılması ile ilgili bazı sınırlamalar mevcuttur. Bu nedenle literatürde yüksek korelasyon bildiren yayınların yanı sıra, daha düşük korelasyon bildiren yayınlara da rastlanmaktadır. Nitekim Hatle'nin çalışmasında iki yöntem arasında $r = 0.72$ seviyesinde uygunluğa dikkat çekilmektedir (13). Ünalır ve ark. ise bir araştırmalarında bu korelasyonu daha düşük bulmuşlardır ($r = 0.56$). (14).

Çalışmamızda PISA metodunun diğer eko yöntemleri ile olan korelasyonunu da araştırdık. Deneysel bir model üzerinde izovelsite alanlarının matematiksel yöntem ile hesaplanmasını ilk kez Utsunomiya gerçekleştirmiştir (15). Bu araştırmacı stenotik alandan geçen akım volümü ile modelde yer alan pompa aracılığı ile sağlanan akım volümü arasındaki pozitif korelasyona dikkat çekmiştir ($r = 0.99$).

1991 yılında Bargiggia ve ark. yaptıkları klinik çalışmada, MY'li olgularda izovelsite bölgesini yarım küre şeklinde kabul etmişlerdir. İlk "aliasing" oluşan nokta ile orifis arasındaki mesafeyi "r" olarak tanımlayan bu yazarlar mitral kaçak alanını $2\pi r^2$ formülü ile hesaplamışlardır (16). Böylece elde ettikleri regürjitan jet alanının anjiyografi ile buldukları sonuçlara yakın olduğunu gözlemlemişlerdir ($r = 0.75$).

Vandervoort'un bir araştırmasında ise PISA yöntemi

Tablo 1. Tüm olgulara ait r, α açısı, V_1 , V_2 ve elde edilen MKA değerleri

Olgular	r (cm)	α açısı değeri	V_1 (m/s)	V_2 (m/s)	P (cm ²)	BYZ (cm ²)	d.PISA (cm ²)	YMY (cm ²)	PISA (cm ²)
1	0.90	162	48	160	1.41	1.55	1.37	1.30	1.50
2	0.70	140	48	162	1.20	0.91	0.85	1.12	1.10
3	0.75	162	58	134	1.36	1.62	1.37	1.45	1.52
4	0.70	148	58	134	1.37	1.40	1.05	1.38	1.28
5	0.90	160	58	153	1.64	1.73	1.70	1.74	1.92
6	0.49	158	58	120	1.00	1.08	0.80	0.90	0.90
7	0.70	140	58	211	0.85	0.90	0.70	1.18	0.85
8	1.20	160	42	156	1.81	1.83	1.77	1.75	2.00
9	0.71	167	48	200	1.10	1.00	0.78	1.14	0.83
10	0.90	158	48	158	1.33	1.38	1.18	1.30	1.34
11	0.82	155	48	138	1.69	1.53	1.50	1.57	1.74
12	1.00	154	48	126	2.64	2.56	2.04	2.81	2.04
13	0.80	135	48	140	1.10	0.80	0.90	1.22	1.00
14	0.75	157	42	140	1.52	1.48	1.30	1.37	1.47
15	0.93	160	58	160	1.60	1.60	1.42	1.70	1.59
16	0.90	158	48	114	1.96	2.20	1.73	2.50	1.97
17	1.20	147	48	116	1.90	1.90	1.92	1.83	2.20
18	0.62	165	58	162	1.14	1.17	0.80	1.19	0.87
19	0.70	150	58	170	0.85	1.19	0.98	1.10	1.18
20	0.85	165	48	132	1.74	1.79	1.43	1.67	1.55
21	0.65	163	48	180	1.04	1.18	0.78	0.90	0.87
22	0.72	165	58	138	1.38	1.28	1.26	1.29	1.37
23	0.62	152	58	187	0.87	1.02	0.81	1.01	0.93
24	0.90	140	72	118	1.80	1.83	1.71	2.25	2.06
25	0.61	143	58	151	1.18	1.21	1.10	1.45	1.42
26	0.65	137	58	140	1.10	1.04	0.83	0.22	1.10
27	0.72	132	58	155	1.05	1.12	0.78	1.09	1.00
28	0.80	120	48	135	1.27	1.21	1.10	1.45	1.42
29	1.00	115	72	135	1.67	1.64	1.72	1.79	2.60
30	0.90	150	58	206	1.35	1.47	1.26	1.39	1.42
31	0.81	154	58	208	1.04	1.11	1.05	1.20	1.23
32	1.10	146	58	224	1.46	1.46	1.32	1.67	1.62
33	0.70	158	58	230	1.01	1.05	0.70	1.12	0.80
34	0.90	152	58	144	1.82	1.80	1.78	1.90	2.04

r : Mitral orifis ile ilk "aliasing" noktası arası mesafe

α : Mitral yapraklar arasında diyastolde ölçülen açı

V_1 : İlk "aliasing" noktasında elde edilen velosite

V_2 : Mitral orifis seviyesinde tesbit edilen velosite

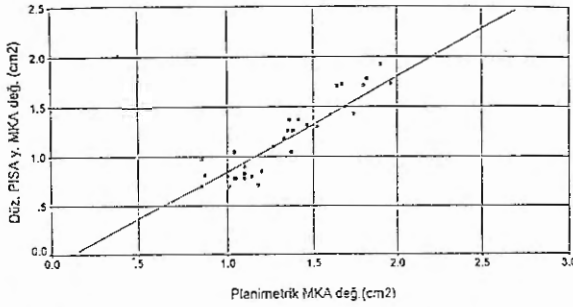
P : Planimetrik

BYZ : Basınç yarılanma zamanı

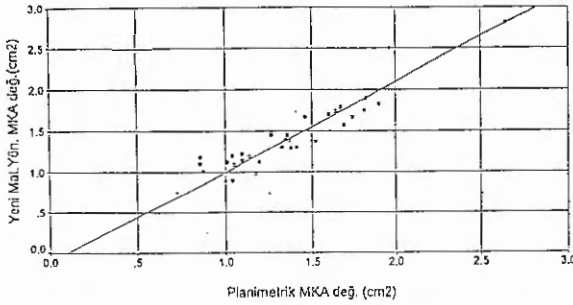
d.PISA : Düzeltilmiş PISA

YMY : Yeni matelatiksel yöntem

PISA : Proximal Isovelocity Surface Area



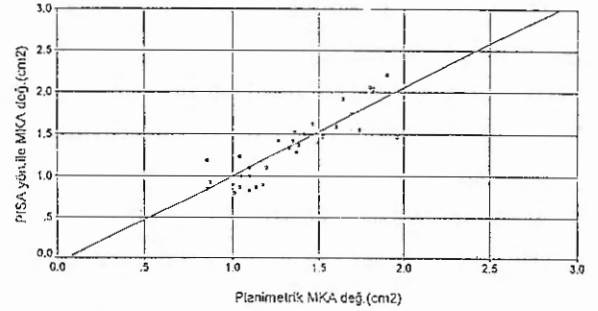
Şekil 8. Planimetrik Yöntem ve Düzeltmiş PISA yöntemiyle saptanan MKA değerleri arasındaki regresyon ($Y = 0.111 + 0.956 x$ $r = 0.920$)



Şekil 9. Planimetrik Yöntem ve Yeni Matematiksel Yöntem ile saptanan MKA değerleri arasındaki regresyon ($Y = 0.105 + 1.102 x$ $r = 0.883$)

ile MY'li hastalarda hesaplanan regurjitan atım volümü ve regurjitan fraksiyon değerlerinin anjiyografik bulgularla uyum içinde olduğu belirtilmektedir (sıra ile $r = 0.93$, $r = 0.82$) (17).

biz ise bu çalışmamızda PISA metodunu MD'lı olgularda kullanarak, planimetrik MKA değerleri ve PISA metodu ile elde edilen MKA değerleri arasında pozitif bir korelasyon tespit ettik ($r = 0.85$). Centamore ve ark. 1992 yılında İtalya'da yaptıkları bir çalışmada 23 MD'lı hastada PISA metodunu kullanmışlardır (18). Bu araştırmacılar da 2D EKO ile elde ettikleri kapak alanları ile PISA yöntemini kullanarak saptadıkları kapak alanları arasında önemli bir korelasyon tespit etmişlerdir ($r = 0.84$). PISA yöntemi ve BYZ ile elde ettikleri MKA değerleri arasında ise $r = 0.79$ düzeyinde uygunluk bulmuşlardır. Bu değer bizim sonuçlarımızdan daha düşüktür ($r = 0.82$). Ayrıca, AF varlığının sonuçları etkilemediğini belirtmişlerdir. Benzer olarak mevcut korelasyonun hastalarda ilave MY bulunması ile de değişmediğini gözlemlemişlerdir. Bununla beraber, yazılarında kapak yetmezliklerinin şiddeti hakkında bir bilgiye yer vermemişlerdir. Bizim araştırmamızın sonuçlarına göre de AF iki grup arasındaki uygunluğu etkilememektedir. Olgu sayımızın orta ve şiddetli MY'de yorumla-



Şekil 10. Planimetrik Yöntem ve PISA yöntemi ile saptanan MKA değerleri arasındaki regresyon ($Y = 0.055 + 1.057 x$ $r = 0.855$)

ma yapılmasına imkan tanınamaması sebebiyle çalışma sonuçlarımızla ancak hafif düzeyde MY'i varlığında korelasyonun değişmediğini söyleyebiliriz.

PISA metodu ile çalışırken, zaman zaman izovelosite hattını net olarak görüntülemekte zorlandık. Ancak cihazın renk kodunu uygun şekilde ayarlayarak ve hastaya iyi pozisyon vererek çoğu kez bu güçlüğü yendik. Bizim için asıl sorun uygulamadaki bu gibi zorluklardan ziyade metodun kendisinden kaynaklanan yanlışlıklar oluşturmuştur. Çünkü PISA tekniğine göre mitral yapraklar arasındaki açı 180° olarak kabul edilmektedir. Yani izovelosite alanlarının bir yarım küre şeklinde olduğu varsayılmaktadır. Halbuki hiçbir zaman yapraklar arasındaki açı bu kadar geniş değildir ve izovelosite alanları gerçekte bir koni kesmesini andırmaktadır. Bu nedenle, planimetrik MKA değerleri ile diğer MKA değerlerini karşılaştırdığımızda, en az korelasyonun PISA metodu ile olmasında ($r = 0.85$), yöntemin özünde yer alan bu hataların rol oynadığını düşünüyoruz. Nitekim, Ata ve ark.'nın Türkiye'de ilk kez 24 MD'lı olguda yaptıkları bir araştırmada, planimetrik MKA değerleri ve PISA yöntemi ile saptanan MKA değerleri arasında belirgin bir korelasyon gözlenmemiştir. Yazarlar, bu durumun formülasyonda açı düzeltilmesinin yapılmamasından kaynaklandığı belirtilmiştir (19).

Çalışmamızda açı düzeltilmesi yapıldığı zaman, PISA metodu ve 2D EKO ile belirlenen kapak alanları arasında daha güçlü bir korelasyon dikkatimizi çekti ($r = 0.92$). Rodriguez'in 1993 yılında yayınladığı araştırmasında da planimetrik kapak alanı ve açı düzeltilmeli PISA ile elde edilen kapak alanları arasında anlamlı seviyede pozitif korelasyon tespit edilmiştir ($r = 0.91$). (20). Araştırmacılar, BYZ ve düzeltilmiş PISA yöntemi ile elde edilen MKA değerleri arasında da $r = 0.89$ düzeyinde uygunluğa işaret etmişlerdir ki bu

sonuç bizim bulgularımıza oldukça yakındır. PISA ve düzeltilmiş PISA metotları arasında bulduğumuz korelasyonu ($r = 0.94$), benzer bir yayın olmadığından literatür bilgileri ile karşılaştıramadık. PISA metodunun açığı düzeltilmesi yapılmış biçiminin sadece darlıklarda değil kapak yetmezliklerinde de kullanımı ile ilgili yayınlar vardır. Rivera'nın 1994 yılındaki bir yazısında bu yöntemin, triküspit yetmezliğinde regürjitan akım volümünü tespit etmede Doppler sonuçları ile yakın paralellik gösterdiğine ($r = 0.90$) dikkat çekilmektedir (21). 1995 yılındaki bir araştırmada ise MY'de kaçak miktarını belirlemede düzeltilmiş PISA yöntemi başarı ile kullanılmış ve kateter bulguları ile aralarında belirgin bir korelasyon bulunmuştur ($r = 0.77$) (22).

Görüldüğü gibi PISA metodunun sürekli olarak iyileştirilmesine çalışılmaktadır. İzovelsite alanları ne kadar gerçeğe yakın geometrik şekiller biçiminde yorumlanabilirse elde edilecek sonuçlar da o denli güvenilir olacaktır. Bu noktadan hareketle, kliniğimizde yeni bir metot, ilk kez bu çalışmamızda MKA tayininde kullanılmıştır (23). 1995 yılında Rıfkin ve ark. da geliştirdikleri yeni bir formülasyon ile PISA'yı ve bundan faydalanarak MKA'nı tespit etmeye çalışmışlarsa da bu araştırmacılar PISA'nın küre kesmesi şeklinde oluştuğunu varsaymışlardır (24). Halbuki bizim geliştirdiğimiz bu yöntemin temelini, izovelsite alanlarının küre kesmesi değil kesik koni şeklinde görüldüğü düşüncesi oluşturmaktadır.

Görüldüğü üzere yeni metot, izovelsite alanlarını, yarım küre şeklinde kabul eden PISA yöntemine kıyasla daha doğru bilgiler vermektedir. Fakat planimetrik yöntemle olan korelasyon sıralamasında üçüncü sırada yer alması, mitral kapağın aslında bilinen hiçbir geometrik şekle tam olarak uymamasından kaynaklanabilir. Bu yüzden geliştirilen tekniğin de kendine has hatalarının olması doğaldır.

Geliştirdiğimiz yeni yöntemde konverjans alanının çizilmesi, parametrelerin tek tek formüle edilmesi zaman alıcı ve oldukça karmaşıktır. Gözlemci ve gözlemciler arası değişkenlikler olabilir. Çalışmamızda bunun irdelenmemesinin bir eksiklik olduğuna kabul ediyoruz.

Hiç şüphe yok ki invitro olarak kalp modelleri üzerinde yapılacak çalışmalar aldığımız klinik sonuçların sınanması açısından önem taşıyacaktır. Bu ne-

denle sunduğumuz çalışmamızın ikinci halkasını invitro deneyler oluşturacaktır.

KAYNAKLAR

1. Kulas A, Enriquez-Sarano L, Trolley C, Acar J: Value of correction by receiving gains in the determinations of mitral valve surface area by two-dimensional echocardiography. Arch Mal Coeur 75: 792, 1982.
2. Martin RP, Rakowski, H, Kleiman JH, et al.: Reliability and reproducibility of two-dimensional echocardiographic measurement of the stenotic mitral valve orifice area. Am J Cardiol 43: 560, 1979.
3. Weyman A.E: Principles and Practise of echocardiography. 2nd ed. Philadelphia, Lea, & Febiger, 1994. p. 403.
4. Gonzales MA, Child JS, Krivolcapich, J: Comparison of two-dimensional and Doppler echocardiography and intracardiac hemodynamics for quantification of mitral stenosis. Am J Cardiol 60: 327, 1987.
5. Karp K, Teien D, Brejle P, Eriksson P: Reassessment of valve area determination in mitral stenosis by the pressure half-time method: Impact of left ventricular stiffness and peak diastolic pressure difference. J Am Coll Cardiol 13: 594, 1989.
6. Wisenbaugh T, Berk M, Essop R, et al: Effect of mitral regurgitation and volume loading on pressure half-time before and after balloon valvotomy in mitral stenosis. Am J Cardiol 67: 162, 1991.
7. Libanoff AJ, Rodbard S: Atrioventricular pressure half-time: measure of mitral valve area. Circulation 38: 144, 1968.
8. Nakatani S, Nagata S, Beppu S, et al: Acute reduction of mitral valve area after percutaneous balloon mitral valvuloplasty: Assessment with Doppler continuity equation method. Am Heart J 121: 770, 1991.
9. Derumeaux G, Bonnemains T, Remodi F, et al: Non-invasive assessment of mitral stenosis before and after percutaneous balloon mitral valvotomy by Doppler continuity equation. Eur Heart J 13: 1034, 1992.
10. Sokolnikoff IS, Redheffer RM: Mathematics of Physics and Modern Engineering. New York, McGraw-hill, 1966. p. 365.
11. Gorlin R, Gorlin SG: Hydraulic formula for calculation of area of stenotic mitral valve, other cardiac valves and central circulatory shunts. Am Heart J 41: 1, 1951.
12. Kraus F, Dennig K, Bosiljanoff P: Doppler echocardiography determinations of the pressure gradient and valve orifice area in mitral valve stenosis. Herz 11: 323, 1986.
13. Hatle L, Angelson B, Tromsdal A: Non-invasive assessment of atrioventricular pressure half-time by Doppler ultrasound. Br Heart J 45: 157, 1981.
14. Ünalır A: Saf mitral darlığında Doppler ekokardiografi ile invaziv yöntemlerin karşılaştırılması. Kardiyoloji Uz-

manlık Tezi. Anadolu Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Bilim Dalı, 1989.

15. Utsunomiya T, Ogawa T, Tang HA, et al: Doppler color flow mapping of proximal isovelocity surface area: A new method for measuring volume flow rate across a narrowed orifice. *J Am Soc Echocardiogr* 4: 338, 1991.

16. Bargiggia GS, Tronconi L, Sahn DJ, et al: A new method for quantitation of mitral regurgitation based on color Doppler flow imaging of flow convergence proximal to regurgitant orifice. *Circulation* 84: 1481, 1991.

17. Vandervoort PM, Rivera JM, Mele D: Application of color Doppler flow mapping to calculate effective regurgitant orifice area. An invitro study and initial clinical observations. *Circulation* 88: 1150, 1993.

18. Centamore G, Campione S, Leto G, et al: Validity of the proximal isovelocity surface area color Doppler method for calculating the valve area in patients with mitral stenosis, comparison with the two-dimensional echocardiographic method. *Ital Cardiol* 22: 1201, 1992.

19. Ata N, Ünalır A, Topçu A, et al: Mitral kapak darlığının saptanmasında "proximal IsovLOCITY Surface Area" analiz yöntemi. IX. Ulusal Kardiyoloji Kongresi, Bursa, 1993.

20. Rodriguez L, Thomas JD, Monterroso V, et al: Validation of proximal flow convergence method. Calculation of orifice area in patients with mitral stenosis. *Circulation* 88: 1157, 1993.

21. Rivera JM, Vandervoort PM, Mele D, et al: Quantification of tricuspid regurgitation by means of the proximal flow convergence method. A clinical study. *Am Heart J* 127: 1354, 1994.

22. Xie GY, Berk MR, Hirson CS, et al: Quantification of mitral regurgitant volume by color Doppler proximal isovelocity surface area method. A clinical study. *J Am Soc Echocardiogr* 8: 48 1995.

23. Ata N, Ünalır A, Esen H, et al: Mitral darlığı olgularında PISA yöntemi ile kapak alanı hesaplaması için yeni bir matematiksel modelleme. III. Ulusal Ekokardiografi Kongresi, Antalya, 1994.

24. Rıfkın RD, 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* 26: 458, 1995.