

Mitral Yetersizliğinin Kantitatif Değerlendirilmesinde Proksimal Akım Konverjans Alanı Yöntemi

Doç. Dr. Hayrettin KARAEREN, Dr. Mehmet YOKUŞOĞLU, Yrd. Doç. Dr. Cemal SAĞ,
Dr. Hürkan KURŞAKLIOĞLU, Prof. Dr. Ertan DEMİRTAŞ, Prof. Dr. Deniz DEMİRKAN
GATA Kardiyoloji Anabilim Dalı, Ankara

ÖZET

Mitral yetersizliğinin derecelendirilmesi tedavi seçenekleri açısından önemlidir. Son zamanlarda proksimal akım konverjans yöntemiyle mitral yetersizliğinin kantitatif olarak değerlendirilebileceği gösterilmiştir. Biz çalışmamızda mitral yetersizliğinde proksimal akım konverjans yöntemi ile yetersizlik akım hacmini belirlemeyi ve bunu hemodinamik çalışmalarla karşılaştırmayı amaçladık.

Çalışmaya yaş ortalamaları 26.1 ± 8.7 yıl olan 34'ü erkek (%74), 12'si kadın (%26) olmak üzere toplam 46 olgu alındı. Tüm olgularda kalp kateterizasyonu ve işlemiden 6 ila 10 saat sonra ekokardiyografik inceleme yapıldı. Hemodinamik değerlendirmeye göre yetersizlik akım hacimleri karşılaştırıldığında 4. derece ile 3. derece ve 3. derece ile 2. derece arasında istatistiksel olarak anlamlı fark varken ($p < 0.05$) 2. derece ile 1. derece arasında yetersizlik akım hacimleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdı ($p > 0.05$). Mitral yetersizliğinin derecelendirilmesinde hemodinamik çalışma ve proksimal akım konverjans yöntemi arasındaki korelasyon $r=0.80$ olarak belirlendi. Hemodinamik derecelendirme ile yetersizlik akım hacmi arasındaki korelasyon ise $r=0.76$ olarak hesaplandı.

Sonuç olarak, renkli Doppler ile proksimal akım konverjans yöntemi kullanılarak yetersizlik akım hacminin hesaplanması hemodinamik olarak ciddi derecede mitral yetersizlikli hastaları güvenilir olarak belirleyebilir. Bu yöntem mitral yetersizliğini değerlendirmede noninvazif alternatif bir yöntem olarak değer taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Proksimal akım konverjans yöntemi, mitral yetersizliği, mitral yetersizlik akım hacmi

Farklı etyolojik nedenlerle oluşan mitral yetersizliğinin değerlendirilmesi ve tedavi girişimleri hastanın survisi açısından önemlidir. Mitral yetersizliğinin ciddiyetinin belirlenmesi kapak cerrahisi için önemli bir parametredir. Kontrast ventrikülografi de dahil olmak üzere halen kullanılan yöntemlerde pek çok teknik sınırlamalar mevcuttur (1,2).

Alındığı tarih: 8 Temmuz 1996, revizyon: 15 Temmuz 1997
Yazışma adresi: Dr. Mehmet Yokuşoğlu, GATA Kardiyoloji Anabilim Dalı 06018, Etlik/ANKARA
Tel: (0 312) 325 12 11/14 63 Fax: (0 312) 323 49 23

Günümüzde mitral yetersizliğini değerlendirmek amacıyla pek çok yöntem geliştirilmiştir. Renkli Doppler akım mapping ile sol atrium içindeki türbülans jet alanı mitral yetersizliğinin semikantitatif analizi için en yaygın kullanılan ve değerli bir yöntemdir (3-5). Ancak yetersizlik jet alanının görünümü yalnızca geriye kaçan kan hacmine bağlı değildir, aynı zamanda kalp boşlukları arasındaki basınç farkına, kapak boyutu (6,7) ve cihaza ait faktörlere (8) de bağlıdır.

Son zamanlarda proksimal akım konverjans yöntemi ile mitral yetersizliğinin kantitatif olarak değerlendirilebileceği gösterilmiştir. Bu yöntem nispeten dar bir orifisten geçen akışkanın orifisin proksimalinde ışınal olarak birbirine yaklaştığı düşüncesinden hareketle, konsantrik izovelsitik tabakalar oluşturduğunu varsayar (9,10). Renkli Doppler'in yüksek akım hızlarını ölçme yeteneği sınırlıdır. Renkli Doppler'de akım hızı arttıkça renk tonu parlaklaşır (11-13). Renkli Doppler görüntülerinin Nyquist sınırı düşük olduğu için akım hızı arttığında aliasing oluşur. Bu da renkli Doppler'de ters yöne akım gibi görünür.

Bargiggia ve arkadaşları (9) in vitro çalışmalarında yetersizlikli kapakların proksimalinde akım konverjans bölgesinin tetkik edilebileceğini göstermişlerdir. Böylece yetersizlik akım hızı ve geriye kaçan kan miktarı renkli Doppler ölçümleri ile hesaplanabilmektedir. Contunuity prensipine göre (14) akım konverjans bölgesinin küresel yüzey alanı ile küresel yüzeyi belirleyen hızın çarpımıyla yetersizlik akım hızı hesaplanabilir. Bu sonuçlar in vitro çalışmalarda hem sabit akım, hem de pulsatil akım modellerinde gösterilmiştir (10,15).

Biz çalışmamızda mitral yetersizliği olgularında proksimal akım konverjans yöntemiyle yetersizlik akım hacmini belirlemeyi, mitral yetersizliğinin de-

ğerlendirilmesini hemodinamik değerlendirmeyle karşılaştırmayı ve bu yöntemin uygulanabilirliği ile güvenilirliğini ortaya koymayı amaçladık.

MATERYAL ve METOD

Çalışmaya Gülhane Askeri Tıp Akademisi ve Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı'na müracaat eden ve çeşitli nedenlere bağlı saf mitral yetersizliği tanısı almış, yaş ortalamaları 26.1 ± 8.7 yıl olan 34'ü erkek (%74), 12'si kadın (%26) olmak üzere toplam 46 olgu alındı. Olguların 38'i normal sinüs ritminde olup 8'inde atrial fibrillasyon vardı.

Tüm olgulara kalp kateterizasyonu ve işlemden 6 ila 10 saat sonra ekokardiyografik inceleme yapıldı. Kalp kateterizasyonu sağ femoral arter kullanılarak Judkins (16) tekniği ile uygulandı ve 8F pig-tail kateter sol ventriküle yerleştirilerek sağ anterior oblik ve sol anterior oblik pozisyonlarda ventrikülografi yapıldı. Mitral yetersizliğinin derecelendirilmesinde Sellers (17) yöntemi kullanıldı.

Hemodinamik çalışmadan 6-10 saat sonra olgular ekokardiyografik incelemeye alındılar. Ekokardiyografik muayenede Hewlett-Packard Sonos 2500 cihazı ve 2.5 MHz transtorasik transduser kullanıldı. Olgular sol lateral dekübitis pozisyonunda apikal dört oda görüntüsü elde edilerek incelendiler. Renkli Dopplerde 30 cm/sn aliasing hızında 12 cm derinlikte sistolde mitral yaprakcıkların kapandığı yerde sol ventrikül içinde akım konverjans bölgesi tetkik edildi. Continuous wave Doppler ile yetersizlik akım hızı ve akım hız integrali belirlendi. Aşağıdaki formüle göre yetersizlik akım hacmi hesaplandı (18).

Yetersizlik akım hacmi = $2\pi r^2$. Aliasing hızı. Akım hız integrali/maksimal akım hızı. $\alpha/180$

Burada r; konverjans alanının yarıçapı, α ; konverjans alanını gören açıdır. Konverjans alanının yarıküre olmadığı olgularda kosinüs teoremi ($\alpha = B^2 + C^2 - A^2 / 2BC$) ile α açısı hesaplanarak açı düzeltilmesi yapıp konverjans alanı hesaplandı (Şekil-1).

Yetersizlik akım hacmi 10 ml'nin altında ise 1. derece, 11-20 ml ise 2. derece, 21-40 ml ise 3. derece, 40 ml üzerinde ise 4. derece mitral yetersizliği olarak kabul edildi.

İstatistiksel analizde yöntemler arasındaki student-t testi kullanıldı ve p değerinin 0.05'den küçük olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

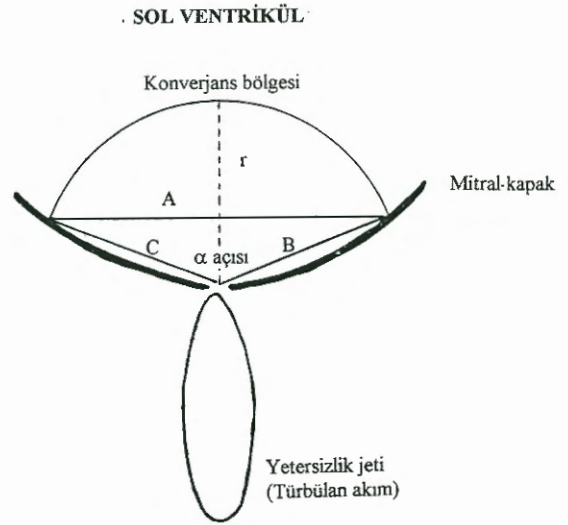
Hemodinamik olarak mitral yetersizliği çalışma grubunu oluşturan 46 olgudan 12 (%26) olguda 1. derece, 18 (%39) olguda 2. derece, 10 (%22) olguda 3. derece ve 6 (%13) olguda 4. derece olarak değerlendirildi.

Ekokardiyografi ile proksimal akım konverjans yönteminde hesaplanan yetersizlik akım hacimlerinin hemodinamik derecelendirme karşılığı Şekil-4'de sunulmuştur. Buna göre hemodinamik olarak 4. derece mitral yetersizliği olarak değerlendirilen 6 olguda

yetersizlik akım hacmi ortalama 46.6 ± 6.3 ml, 3. derece mitral yetersizliği olarak değerlendirilen 10 olguda yetersizlik akım hacmi ortalama 27.8 ± 6.6 ml, 2. derece mitral yetersizliği olarak değerlendirilen 18 olguda yetersizlik akım hacmi ortalama 16.5 ± 5.1 ml ve 1. derece mitral yetersizliği olarak değerlendirilen 12 olgudan 5'inde proksimal akım konverjans bölgesi görüntülenemezken geriye kalan 7'sinde yetersizlik akım hacmi ortalama 17.2 ± 6.4 ml idi.

Hemodinamik derecelendirmeye göre yetersizlik akım hacimleri karşılaştırıldığında 4. derece ile 3. derece arasında ve 3. derece ile 2. derece arasında yetersizlik akım hacimlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark varken ($p < 0.05$), 2. derece ile 1. derece arasında yetersizlik akım hacimindeki fark istatistiksel olarak anlamsızdı ($p > 0.05$).

Çalışma grubunu oluşturan 46 olgudan 41'inde (%89) proksimal akım konverjans alanı görüntüledi ve bu olgular yetersizlik akım hacmine göre değerlendirildiğinde 2'si 1. derece, 29'u 2. derece, 13'ü 3. derece ve 7'si 4. derece olarak kabul edildi. Hemodinamik çalışma ve proksimal akım konverjans yöntemi



Şekil 1. Şematik olarak konverjans alanı ve yetersizlik akımının renkli Doppler görüntüsü. r-konverjans alanının yarı çapı

miyle mitral yetersizliği derecelendirmeleri arasındaki korelasyon katsayısı (r) 0.80 olarak belirlendi. Hemodinamik derecelendirme ile yetersizlik akım hacimi arasındaki korelasyon ise (r_s) 0.76 olarak saptandı.

TARTIŞMA

Mitral yetersizliğinin ciddiyetinin belirlenmesi kapak cerrahisi için önemli bir parametredir. Mitral yetersizliğinin değerlik yöntemlerle değerlendirilmesinin karşılaştırılması zordur, çünkü standart bir yöntem yoktur (19). Kardiyak output, sol ventrikül hacmi, ejeksiyon fraksiyonu, pulmoner arter basıncı ve pulmoner kapiller tıkalı basıncı da dahil olmak üzere basınçların ve hacimlerin ölçülmesi ek bilgi vermesine rağmen sınırlamaları vardır. Bu konuda transözefajiyal Doppler ekokardiyografiyle pulmoner ven akımının tetkik edilmesi değerli olmakla birlikte semiinvazif bir yöntemdir ve eksenrik jet akımı varlığında güvenilirliği sınırlıdır (20,21).

Renkli Doppler akım mappingi yetersizlik jet akım dinamiği ve diğer intrakardiyak akımlara yeni bir bakış açısı sağlamıştır. Ancak mitral yetersizliğinin değerlendirilmesinde Doppler ekokardiyografi yöntemleri sol atriyum içindeki yetersizlik jetinin geometrisi üzerinde odaklanır. Fakat yetersizlik jetinin geometrisini etkileyen sol ventrikül sol atriyum arasındaki basınç gradienti, eksenrik olarak atriyum duvarına yönelmiş jet varlığı, sol atriyal komplians, gain ve transduser frekansı gibi pek çok teknik ve fizyolojik faktör vardır (7,22,23). Renkli Doppler proksimal akım konverjans alanı yöntemi teorik olarak mitral yetersizlik jetinin semikantitatif ölçümlerine üstündür. Proksimal akım konverjans bölgesinin alanı türbülans jet alanında olduğu gibi cihaza ait faktörlerden etkilenmediği düşünölmektedir. Utsunomiya ve ark. (24) proksimal akım konverjans bölgesi yönteminde gain, filtreler ve pulse repetition frekansı gibi faktörlerden akım hızının in vitro etkilenmediğini göstermiştir. Yetersizlik akım hacmini proksimal akım konverjans yöntemi ile belirlemek akışkan dinamiği prensibine dayanmaktadır. Rodriguez ve ark. (25) proksimal akım konverjans yöntemiyle sirküler olmayan orifislerde de yetersizlik haciminin, yarıküresel simetri varsayılarak, güvenilir şekilde hesaplanabileceğini göstermişlerdir.

Xie ve ark (18)'nin çalışmasında yetersizlik akım hacimi ile hemodinamik derecelendirme arasındaki korelasyon (r) 0.73 bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise yetersizlik akım hacimi ile hemodinamik derecelendirme arasındaki korelasyon (r_s) 0.76 olarak saptanmıştır ve iki yöntem ile derecelendirme arasındaki korelasyonda (r) 0.80 bulunmuştur.

Proksimal akım konverjans yönteminin sınırlamaları: Büyük orifisler ve yüksek Nyquist sınırlarında proksimal akım konverjans yöntemi yetersizlik akımının gerçek akımdan daha az hesaplanmasına neden olur (25,26). Yarı elips ve ucu kesik küresel modellerde yeni proksimal akım konverjans yöntemleri geliştirilmiştir. (24,27). Ancak bu yöntemler gerçekte daha üstün olmalarına rağmen daha karmaşık ve zaman alıcıdır. Daha önce mitral darıklı olgularda yaptığımız bir çalışmada (28) en uygun aliasing hızını 28 cm/sn olarak tesbit etmiştik ve yayımlanan diğer çalışmalar da (18,29) akım konverjans aliasing kenarının belirlenmesinde en uygun aliasing hızının 20-40 cm/sn arasında olduğunu ifade etmektedir. Aliasing hızı arttıkça konverjans bölgesi küçölmekte, bunun sonucunda da 1. ve 2. derece mitral yetersizlikleri arasındaki fark azalmakta, hatta 1. derece mitral yetersizliğinde konverjans alanı belirlenememektedir.

Klinik uygulamada proksimal akım konverjans yönteminin anahtar noktası konverjans bölgesinin yarıçapının doğru ölçölmesidir. Zira yetersizlik akım alanının doğru hesaplanmasında yarıçap en önemli belirteçtir.

Mitral yetersizliğinin hemodinamik değerlendirilmesinin kendine özgü sınırlamaları vardır. Büyük ventriküle yetersiz miktarda veya düşük basınçla kontrast madde enjeksiyonu, sol ventrikül sistolik fonksiyonlarının bozuk olması veya büyük sol atriyum mitral yetersizliğinin derecesinin gerçekte olduğundan daha az olarak belirlenmesine neden olur (30). Ancak her iki yöntemin de sınırlamalarına rağmen proksimal akım konverjans yöntemi ve hemodinamik derecelendirme arasında belirgin korelasyon tesbit edilmiştir.

Bu çalışmanın sonuçları renkli Doppler proksimal akım konverjans yöntemi ile yetersizlik akım haciminin öngörölmesinin hemodinamik olarak ciddi derecede mitral yetersizlikli hastaları güvenilir olarak

belirleyeceğini göstermektedir ve hemodinamik çalışma ile korelasyonu iyidir. Bu yöntem mitral yetersizliğini değerlendirmede noninvazif, alternatif bir yöntem olarak değer taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Lopez JF, Hanson S, Orchard RC, Tan L: Quantification of mitral valvular incompetence. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1985; 11: 139-52

2. Urquhart J, Patterson RE, Packer M, et al: Quantification of valve regurgitation by radionuclide angiography before and after valve replacement surgery. *Am J Cardiol* 1981; 47: 287-91

3. Omoto R, Yokote Y, Takamoto S, et al: The development of real-time two-dimensional Doppler echocardiography and its clinical significance in acquired valvular diseases with special reference to the evaluation of valvular regurgitation. *Jpn Heart J* 1984; 25: 325-40

4. 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

5. Spain MG, Smith MD, Grayburn PA, et al: Quantitative assessment of mitral regurgitation by Doppler color flow imaging: Angiographic and hemodynamic correlations. *J Am Coll Cardiol* 1989; 13: 585-90

6. Switzer DF, Yoganathan AP, Nanda NC, Woo YR, Ridgway AJ: Calibration of color Doppler flow mapping during extreme hemodynamic conditions in vitro: A foundation for a reliable quantitative grading system for aortic incompetence. *Circulation* 1987; 75: 837-46

7. Simpson IA, Valdes-Cruz LM, Shan DJ, Murillo A, Tamura T, Chung KJ: Doppler color flow mapping of simulated in vitro regurgitant jets: Evaluation of the effects of orifice size and hemodynamic variables. *J Am Coll Cardiol* 1989; 13: 1195-207

8. Bolger AF, Eigler NL, Maurer G: Quantifying valvular regurgitation: Limitations and inherent assumptions of Doppler techniques. *Circulation* 1988; 78:1316-18

9. Bargiggia GS, Resucani F, Yoganathan AP, et al: Color flow Doppler quantitation of regurgitant flow rate using the flow convergence region proximal to the orifice of a regurgitant jet. *Circulation* 1988; 78 (Suppl II): II 609 Abstract.

10. Resucani F, Bargiggia GS, Yoganathan AP, et al: A new method for quantification of regurgitant flow rate using color flow imaging of the flow convergence region proximal to a discrete orifice: An in vitro study. *Circulation* 1991; 83: 594-604

11. Aggarwal KK, Moos S, Philpot EF, Jain SP, Helmecke F, Nanda NC: Color velocity determination using pi-

xel color intensity in Doppler color flow mapping. *Echocardiography* 1989; 6: 473-7

12. Fan P, Nanda NC, Cooper JW, Cape E, Yoganathan A: Color Doppler assessment of high flow velocities using a new technology: In vitro and clinical studies. *Echocardiography*, 1990; 763-68

13. Tamura T, Yoganathan A, Sahn DJ: In vitro methods for studying the accuracy of velocity determination and spatial resolution of a color Doppler flow mapping system. *Am Heart J*, 1987; 114: 152-8

14. Vennard JK, Strett RI.: *Elementary Fluid Mechanics*, ed 6. New York, John Wiley & Sons, 1982, p 568-572

15. Cape EG, Sung HW, Yognathan AP: Quantitative approaches to color Doppler flow mapping of intracardiac blood flow: A review of in vitro methods. *Echocardiography* 1989, 6: 371-383

16. Judkins MP: Selective coronary arteriography: A percutaneous transfemoral technique. *Radiology* 1967; 89: 815-22

17. Sellers RD, Levy MJ, Amplatz K, Lillehei CW; Left retrograde cardioangiography in acquired cardiac disease: Technic, indications and interpretations in 700 cases. *Am J Cardiol* 1964; 14: 437-47

18. Xie YG, Berk MR, Hixson CS, Smith AC, DeMaria AN, Smith MD; Quantification of mitral regurgitant volume by the color Doppler Proximal isovelocity surface area method: a clinical study. *J Am Soc Echocardiogr* 1995; 8: 48-54

19. Croft C, Lipscomb K, Mathis K, et al: Limitations of quantitative angiographic grading in aortic or mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 1984; 53: 1593-98

20. Klein AL, Obarski TP, Steward WJ, et al: Transesophageal Doppler echocardiography of pulmonary venous flow: a new marker of mitral regurgitation severity. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18: 518-26

21. Genç C, Özkan M, Yokuşoğlu M, et al: Ciddi mitral yetmezliklerinde pulmoner venöz akım değişikliklerinin transözefajiyal ekokardiyografi ve hemodinamik çalışmalarla değerlendirilmesi. *GATA Bülteni* 1995; 37: 10-14

22. Maciel BC, Moises VA, Shandas R, et al: Effects of pressure and volume of the receiving chamber on the spatial distribution of regurgitant jets as imaged by color Doppler flow mapping. *Circulation* 1991; 83: 605-13

23. Sahn DJ. Instrumentation and physiologic factors related to visualization of stenotic and regurgitant jets by Doppler color flow mapping *J Am Coll Cardiol* 1988; 12: 1354-65

24. Utsunomiya T, Ogawa T, Dashi R, et al: Doppler color flow: "Proximal isovelocity surface area" method for estimating volume flow rate: Effects of orifice shape and machine factors. *J Am Coll Cardiol* 1991; 17: 1103-11

25. Rodriguez L, Anconina J, Harrigan P, et al. Nyquist

limit and orifice area independently affect the accuracy of proximal isovelocity surface area estimation of flow rate: An in vitro study. [Abstract] *J Am Coll Cardiol* 1990; 15: 109A

26. Moises V, Chao K, Shandas R, et al: Effects of orifice size and shape on flow rate estimated from flow convergence region imaged by color flow mapping proximal to restrictive orifices: an in vitro study. [Abstract] *J Am Coll Cardiol* 1990; 15: 109A

27. Bommer W, Kacheria N. Finite difference analysis of regurgitant flow isovelocity lines: a Navier-Stokes solution to quantitate regurgitant flow, [Abstract] *Circulation* 1990, 82: III-552

28. Karaeren H, Yokuşoğlu M, Töre HF, et al: Mitral darlığı olgularında mitral kapak alanının belirlenmesi için proksimal akım konverjans yönteminde aliasing hızı seçimi. *Türk Kardiyol Dern Arş* (baskıda)

29. Deng YB, Matsumoto M, Wang XF, et al: Estimation of mitral valve area in patients with mitral stenosis by the flow convergence region method: Selection of aliasing velocity. *J Am Coll Cardiol* 1994; 24 (3): 683-9.

30. Rokey R, Sterling RR, Zoghbi WA, et al: Determination of regurgitant fraction in isolated mitral or aortic regurgitation by pulsed Doppler two-dimensional echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1986; 7: 1273-78