

Doku Doppler Görüntülemesi: Sol Ventrikül Diyastol Sonu Basıncının Tahmininde Noninvazif Bir Teknik

Y. Doç. Dr. Abdurrahman OĞUZHAN, Y. Doç. Dr. Adnan ABACI, Uz. Dr. Namık Kemal ERYOL, Dr. Burhanettin KIRANATLI, Dr. Şükrü ÜNAL, Prof. Dr. Ali ERGİN, Prof. Dr. Servet ÇETİN
Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı, Kayseri

ÖZET

Yakın zamanda yapılmış çalışmalarda, sol ventrikül relaksasyonunun bir indeksi olan mitral anulus erken diyastolik hızının (Ea), sol ventrikül dolum basıncından daha az etkilendiği gösterilmiştir. Bu çalışmanın amacı, doku Doppler görüntülemesinden (DDG) elde edilen verilerle standart trans-mitral Doppler akım verilerin kombinasyonunun, sol ventrikülün diyastol sonu basıncını tahminindeki değerini belirlemektir. Bu amaçla, koroner anjiyografi ile koroner arter hastalığı tanısı alan 85 olgu çalışma kapsamına alındı. Standart Doppler parametreleri (E dalga hızı, A dalga hızı, E/A oranı, E deselerasyon zamanı) ve DDG parametrelerin (Mitral anulus erken diyastolik dalga hızı [Ea], mitral anulus geç diyastolik dalga hızı [Aa], ve transmitral E dalga hızının mitral anuler erken diyastolik hızı oranı [E/Ea]) SVDSB>15mmHg üzerinde olmasını öngörmesinin değeri araştırıldı. SVDSB ile en iyi korelasyon gösteren parametre, trans-mitral E dalga hızının mitral anuler erken diyastolik hızı (Ea) oranı (E/Ea) idi ($r=0.62$ $p<0.01$). E/Ea>10 olmasının SVDSB'nin>15mmHg olmasını gösterme duyarlılığı %85 özgüllüğü %77 olarak saptandı. Sonuç olarak, relaksasyonun etkisinin de hesaba katıldığı mitral E dalga hızı, (E/Ea oranı) koroner arter hastalığı bulunan hasta popülasyonunda sol ventrikül dolum basıncının tahmininde kullanılabilir bir parametre olabilir.

Anahtar kelimeler: Doku Doppler, sol ventrikül diyastol sonu basıncı, mitral E dalga hızı

Sol ventrikül (SV) dolum basıncının bilinmesi, koroner arter hastalığı bulunan olguların tedavilerinin planlanması ve prognoz tayininde önemlidir. Transmitral akım hızlarının pulse wave Doppler ile ölçülmesi, sol ventrikülün diyastolik dolumunun noninvaziv olarak değerlendirilmesi ve sol ventrikül dolum basıncının tahmininde kullanılmıştır (1). Erken transmitral dalga hızının atriyal dalga hızına oranı (E/A) ve E dalga deselerasyon zamanı, ejeksiyon fraksiyonu düşük hastalarda sol ventrikül dolum basıncını

doğru bir şekilde belirleyebilmektedir (2,3). Sol ventrikül dolum basıncı arttıkça deselerasyon zamanı kısalmakta, E/A oranı artmaktadır (4,5). Ancak SV sistolik fonksiyonu normal veya sınırda olan olgularda trans-mitral Doppler indekslerinin değeri sınırlanmaktadır (6). Bu hasta grubunda pulmoner venöz akım hızlarının incelenmesi faydalı olabilmekle beraber tüm hastalarda bu akımların elde edilebilmesi güçtür (7).

Son zamanlarda duvar hareket hızları ile birlikte düşük akım hızlarının ölçümünü sağlayan, doku Doppler görüntülemesi (DDG) olarak bilinen, modifiye pulsed Doppler tekniği geliştirilmiştir (8). DDG miyokarda ve mitral anulus köşelerinde sistolik ve diyastolik hızları ölçülebilmektedir (9). Mitral anuler hareket hızı uzun eksen boyunca miyokard liflerinin kısalıp uzamasını yansıtmaktadır. Yaşın ilerlemesi ve SV hipertrofisi durumlarında mitral anulus köşelerinden kaydedilen erken diyastolik hız (Ea) azalmaktadır (10). Yakın zamanda yapılmış çalışmalarda Ea'nın SV relaksasyonunun bir göstergesi olduğu ve sol atriyal basınçtan fazla etkilendiği gösterilmiştir (11).

Bu çalışmanın amacı, transmitral E dalga hızının miyokardiyal relaksasyonun etkisinin de hesaba katıldığı; (örneğin E/ Ea) SV dolum basıncı ile ilişkisinin kuvvetlendiği hipotezini test etmektir.

MATERYEL ve METOD

Göğüs ağrısı yakınması ile kliniğimize başvuran yaş ortalaması 51 ± 11 (35-73) olan 59'i erkek, 26'i kadın 85 olgu çalışma kapsamına alındı. Atriyal fibrilasyon, atriyoventriküler blok, ileri derecede mitral yetersizliği, mitral darlığı, aort darlığı, orta ve ileri derecede aort yetersizliği bulunan, bir ay içinde miyokard infarktüsü geçiren, lateral duvar hareket bozukluğu olan olgular çalışma dışı bırakıldı.

Olgular Mitral E/A oranı, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (SVEF) ve klinik semptomlara göre 4 gruba ayrıldı. İlk

Alındığı tarih: 26 Şubat, revizyon 20 Temmuz 1999
Yazışma adresi: Abdurrahman Oğuzhan, Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı, 38039 Kayseri
Tlf: (0 352) 234 5650 Faks: (0 352) 437 6198
E-mail adresi: abdurrahmano@hotmail.com

grubu SVEF normal ve mitral E/A >1 olan 11 olgu oluştu (normal grup). İkinci grupta kalp yetersizliği semptomları olmayan, SVEF normal ve mitral E/A<1 olan (relaksasyon bozukluğu) 55 olgu; üçüncü grupta kalp yetersizliği semptomları bulunan, SVEF azalmış ve mitral E/A>1 olan (yalancı normal dolum) 9 olgu vardı. Dördüncü grupta ise kalp yetersizliği semptomları bulunan, mitral E/A>2 olan (restriktif tipte dolum bozukluğu) 10 olgu vardı.

Ekokardiyografik Analiz: Ekokardiyografik incelemeler koroner anjiyografi yapılacak günün sabahında, doku Doppler görüntülemesi programına sahip Vingmed System V (Vingmed, General Electric, Norway) cihazı ile, hastalara sol lateral dekübitis pozisyonu verilerek yapıldı. Tüm standart Doppler ve Doku Doppler ölçümleri normal solunum sırasında gerçekleştirildi. Pulse Doppler sample volümü (2mm) apikal dört boşluk pozisyonunda, mitral anulusden yaklaşık 1cm aşağıda mitral yaprakçıklar arısına yerleştirilerek, maksimal erken (E) ve geç (A) doluş hızları ve E dalga hızının deselerasyon zamanı saptandı. Pulse dalga sample volümü sol ventrikül çıkış yolu ile mitral inflow arasında yerleştirilerek, izovolumetrik relaksasyon zamanı (İVRZ) ölçüldü. Doku Doppler ölçümleri apikal dört boşluk pozisyonunda, lateral mitral anulusdan 5mm sample volümlerle ve açı düzeltilmesi kullanılarak yapıldı. DDG de erken (Ea) ve geç (Aa) lateral mitral anuler diyastolik hızlar, Ea'nın deselerasyonu, Aa'nın süresi ölçüldü. Tüm ölçümlerde ardışık 3 ayrı siklusun ortalaması alındı.

Basınc Ölçümleri: Tüm hastalara Judkins tekniği ile koroner anjiyografi ve sol ventrikülografi yapıldı. SV diyastol sonu basıncı kayıtları 6F veya 7F pig-tail kateterle 50'lik skala kullanılarak yapıldı. Elektrokardiyografi trasesinde R dalgası tepesinden geçen vertikal çizginin sol ventrikül basıncı trasesini kestiği nokta belirlenerek sol ventrikül diyastol sonu basıncı saptandı. Beş ayrı siklusun ortalaması diyastol sonu basıncı olarak kabul edildi.

İstatistiksel Analiz: Tüm veriler ortalama \pm standart deviasyon olarak ifade edildi. Doppler ve hemodinamik değiş-

kenler arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için korelasyon analizi yapılarak, Pearson korelasyon katsayıları belirlendi. Gruplar arasındaki farklılığı saptamak için varyans analizi ve Tukey testi kullanıldı. $p<0.05$ olduğunda fark anlamlı kabul edildi. Duyarlılık ve özgüllük standart formüllerle hesaplandı.

BULGULAR

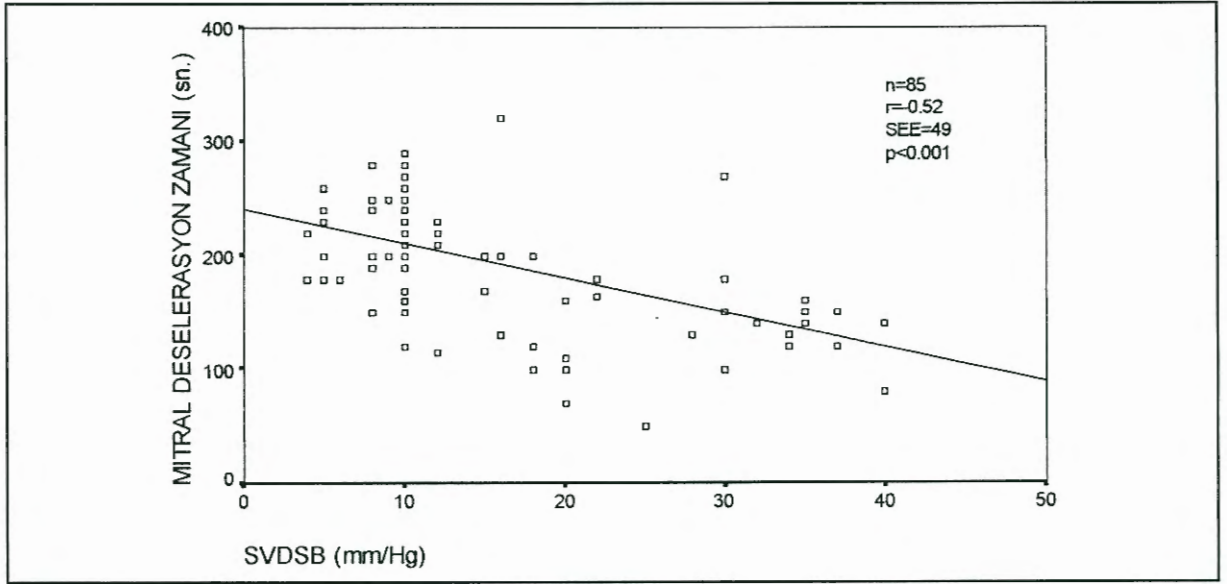
Olguların klinik karekteristikleri ve Doppler değişkenleri tablo 1'de özetlenmiştir. Relaksasyon bozukluğu saptanan olguların 13'ünde, yalancı normal grupta 1 olguda ekokardiyografik olarak sol ventrikül hipertrofisi gözlemlendi. Relaksasyon bozukluğu bulunan olguların 5'inde minimal-birinci derece, yalancı normal grupta 3 olguda birinci derece, restriktif dolum bozukluğu olan grupta ise 5 olguda ikinci derece mitral yetersizliği saptandı. Trans-mitral hızlardan elde edilen değişkenler ile SVDSB (17 ± 7 mmHg; 4-40 arasında değişen) arasındaki korelasyon incelendiğinde r değeri -0.52'den (E dalga deselerasyon zamanı, şekil 1) 50'ye (mitral E/A oranı, şekil 2) geniş bir dağılım gösteriyordu. Trans-mitral E dalga hızının, lateral mitral anulus diyastolik hızlarından elde edilen değişkenlere oranı incelendiğinde, E/Ea oranı ile SVDSB arasındaki korelasyonun en güçlü olduğu ($r=0.62$ $p<0.01$) saptandı (şekil 3). Ea ile SVDSB arasında ise negatif zayıf bir korelasyon vardı (şekil 4).

E/Ea oranının >10 olmasının SV diyastol sonu basıncının >15mmHg olduğunu öngörme duyarlılığı %85 özgüllüğü ise %77 olarak saptandı.

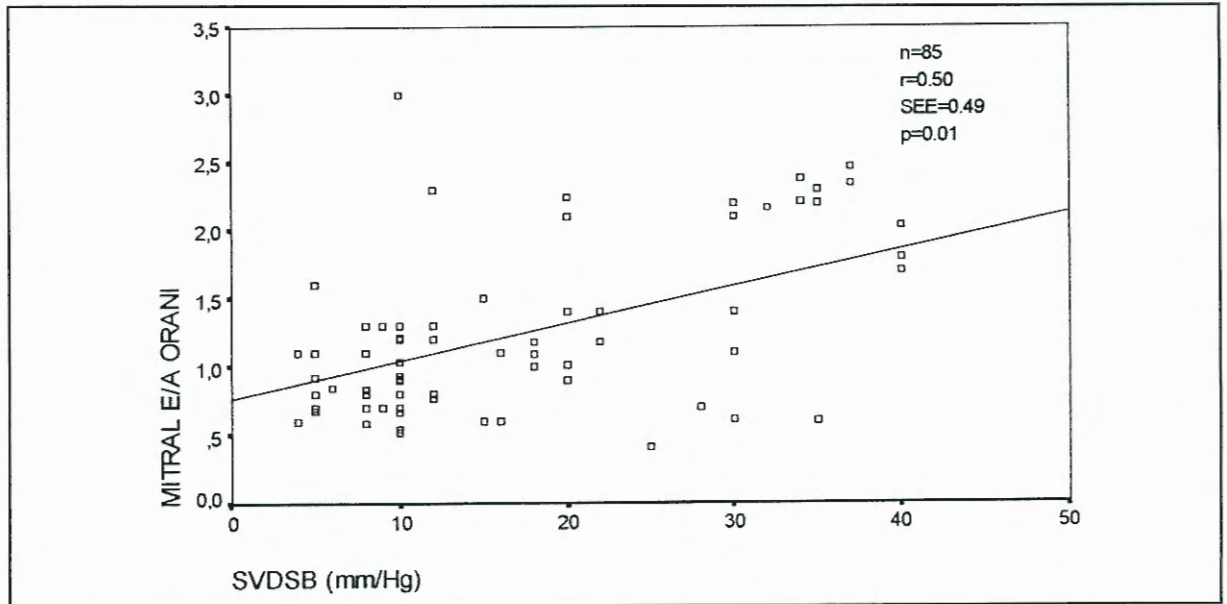
Tablo 1. Olguların klinik karekteristikleri ve Doppler değişkenleri

	Normal (n=11)	GB (n=55)	YN (n=9)	RB (n=10)
Yaş	44 \pm 15	52.8 \pm 10	51.7 \pm 10	50.8 \pm 9
Kadın/erkek	4/7	15/40	3/6	4/6
Kalp hızı(vuru/dk)	70.9 \pm 8	70.7 \pm 9	75 \pm 13	86.7 \pm 8 Δ
SKB (mmHg)	130 \pm 18	134 \pm 20	120 \pm 20	110 \pm 17
SVEF (%)	66.2 \pm 4	64 \pm 5	51.4 \pm 11**	45 \pm 9**
Mitral E (cm/sn)	84 \pm 0.16	62 \pm 0.14	88 \pm 0.18#	102 \pm 0.2 ϕ
Mitral E/A (cm/sn)	1.45 \pm 0.2	1.27 \pm 0.4	0.81 \pm 0.1*	2.2 \pm 0.9
İVRZ (ms)	86.9 \pm 11	103 \pm 16	77.2 \pm 14	61.7 \pm 19*
Ea hızı (cm/sn)	13.1 \pm 2.5 Δ	7.0 \pm 1.9	6.7 \pm 1.5	0.69 \pm 1.4

$\Delta p<0.001$ diğer gruplarla karşılaştırılınca. # $p<0.001$ GB ile karşılaştırılınca. * $p<0.01$ Normal ve YN gruplar dışında tüm gruplar birbirinden farklı. $\phi p<0.005$ GB ve Normal grupla karşılaştırılınca ** $p<0.001$ GB ve Normal grupla karşılaştırılınca. İVRZ=izovolumetrik relaksasyon zamanı, SVEF= sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu, SBK=sistolik kan basıncı, GB=relaksasyon bozukluğu, YN=yalancı normal dolum bozukluğu, Ea= mitral anulus erken diyastolik hızı.



Şekil 1. Mitral E deselerasyon zamanı ile SVDSB arasındaki korelasyon



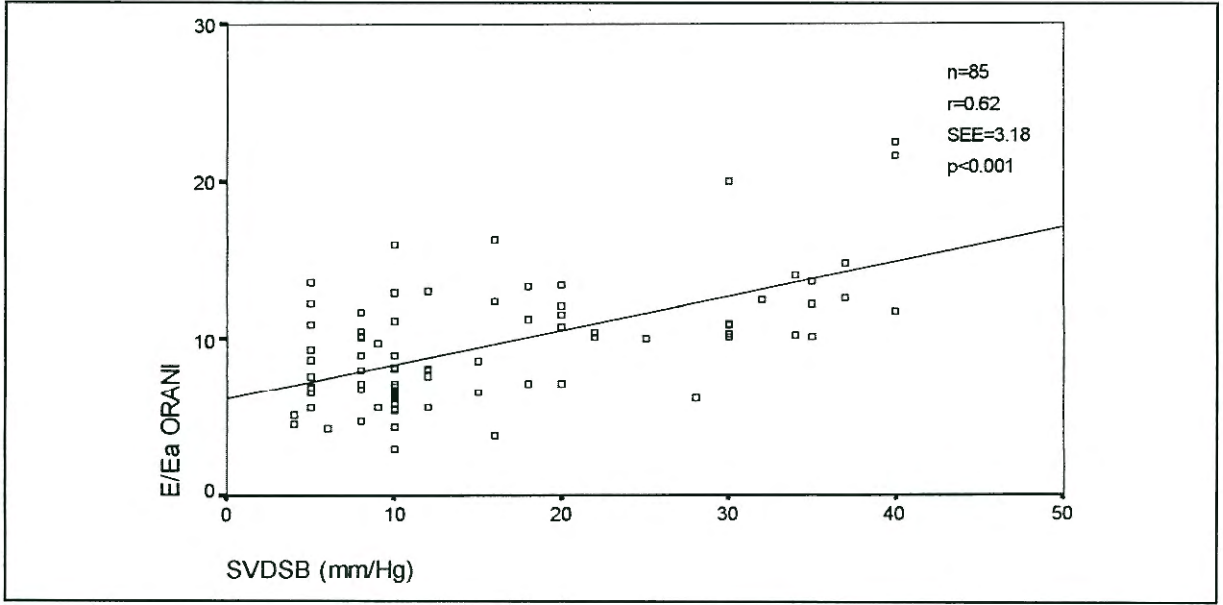
Şekil 2. Mitral E/A oranı ile SVDSB arasındaki ilişki

TARTIŞMA

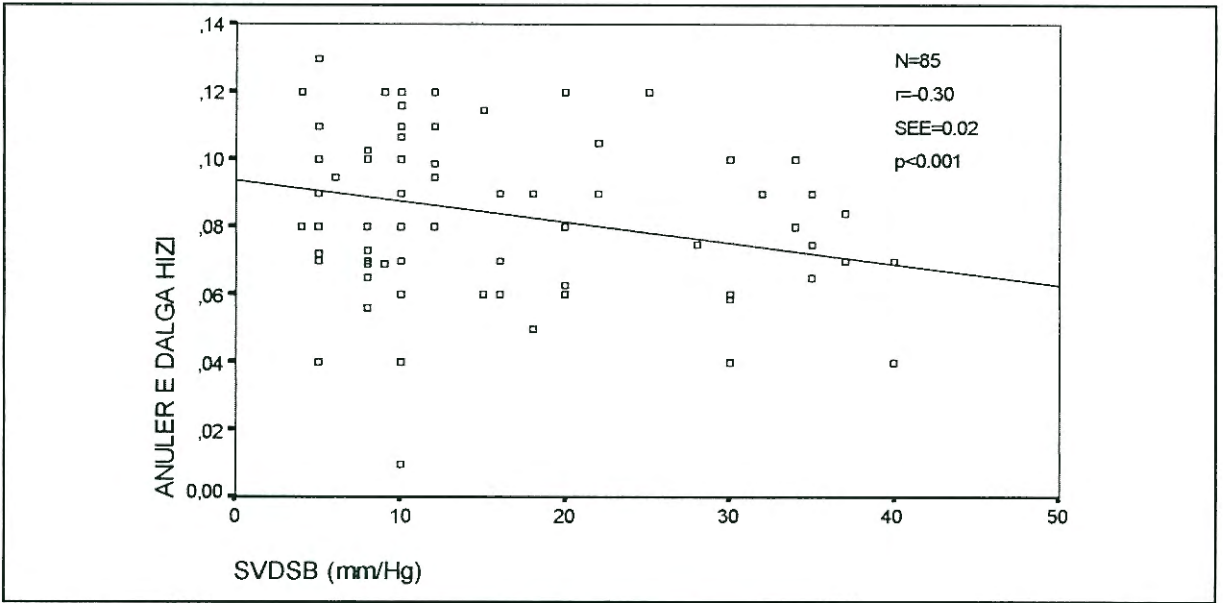
Doku Doppler görüntülemesi ekokardiyografik inceleme sırasında miyokardiyal hızların ölçümüne imkan veren yeni bir yöntemdir (12,13,14). Çeşitli miyokardiyal segmentlerdeki hızlar kantitatif olarak ölçülebilmektedir. Aynı zamanda mitral anulusun sistol ve diyastol sırasındaki hızları saptanabilmektedir. Bu hızlar, uzun eksen boyunca komşu miyokard segmentinin miyokard liflerinin kısalıp kalınlaşmasının bir göstergesi olmaktadır. Rodrigez ve arkadaşları,

mitral anulus erken diyastolik dalga hızının, yaşla birlikte giderek azaldığını göstermişlerdir (10). Benzer eğilim bizim olgularımızda da gözlenmiştir.

Sol ventrikül standart Doppler parametreleri ve pulmoner venöz akımlar SV dolun basıncının non-invaziv olarak tahmininde kullanılmıştır (4,5). SV dolun basıncının tahmininde kullanılan metodlar, sol atriyal basınçtaki artışa sekonder olarak İVRZ'da, mitral E dalga hızının deselerasyonunda, atriyal dolun fraksiyonunda ve pulmoner venöz sistolik dalga



Şekil 3. E/Ea oranı ile SVDSB arasındaki korelasyon



Şekil 4. Mitral E anuler E dalga hızı ile SVDSB arasındaki korelasyon

hızı/diyastolik dalga hızı oranında azalma esasına dayanmaktadır. Bu yöntemlerle yapılan tahminler, SV relaksasyonunun homojen bir şekilde bozulduğu gruplara uygulandığında doğru sonuçlar verebilmektedir (3). Ancak genç hastalara ve minimal yapısal kalp hastalığı olan olgulara uygulandığında, önyükün SV relaksasyonu üzerindeki etkisi ayrılamamaktadır. Bu durum ise SV dolum basıncını gerçekte olduğundan daha yüksek bulunmasına neden olmaktadır (15,16).

Mitral E dalga hızı hem SV diyastol sonu basıncı hem de relaksasyon zaman sabitesinden direkt olarak etkilenmektedir (17,18). Relaksasyon bozukluğuna SV dolum basıncındaki yükseklik eşlik ettiğinde, mitral E dalga hızı ile SV diyastol sonu basıncı arasındaki korelasyon zayıflamaktadır (19,20,21). Relaksasyonun etkisinin de hesaba katıldığı düzeltilmiş E dalga hızı, SV diyastol sonu basıncı ile daha iyi bir korelasyon gösterebilir. Renkli M-mod Doppler eko-kardiyografi ile ölçülen sol ventrikül giriş akımının

erken yayılma hızı, SV relaksasyonunun önyükden bağımsız bir indekstir (22,23). Mitral E dalga hızının SV giriş akımı yayılma hızına oranının, ortalama kapiller kama basıncıyla iyi bir korelasyon gösterdiği bildirilmiştir (24).

Nagueh ve arkadaşları mitral E dalga hızının doku Doppler görüntülemesi ile ölçülen lateral anuler Ea'ya oranının (E/Ea), ortalama kapiller kama basıncı (PCWB) ile iyi bir korelasyon gösterdiğini bulmuşlardır (25). Aynı araştırmacılar E/Ea oranının >10 olmasının, ortalama kapiller kama basıncının >15mmHg olduğunu öngörme duyarlılığını %97 özgüllüğünü %78 olarak bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise E/Ea oranının >10 olmasının SV diyastol sonu basıncının >15mmHg olduğunu öngörme duyarlılığı %85 özgüllüğü ise %77 bulunmuştur. SVDSB ile E/Ea arasında istatistiksel olarak anlamlı, orta derecede bir korelasyon saptanmıştır. ($r=0.62$ $p<0.01$). Ea ile SVDSB arasında ise zayıf negatif bir korelasyon gözlemlenmiştir. Oysa Nagueh ve arkadaşları E/Ea ile ortalama PCWB arasında daha güçlü bir korelasyon saptamışlar ($r=0.87$, $p<0.001$) Ea ile PCWB arasında ise korelasyon bulamamışlardır ($r=0.13$ $p>0.2$). Nagueh ve arkadaşlarının çalışma grubunda 60 olgunun sadece 34'ünde yalancı normal dolum örneği varken bu rakam bizim grubumuzda sadece dokuz idi. Aynı araştırmacılar restriktif tipde dolum bozukluğu bulunan olguları çalışmaya almamış ve 60 olgunun sadece 20'sinde koroner arter hastalığı bulunduğunu bildirmişlerdir. Bizim olgularımızın tümünde koroner anjiyografi ile saptanan koroner arter hastalığı vardı. Çalışmaya alınan olgulardaki bu farklılıklar E/Ea oranı ile SVDSB arasındaki korelasyonun bir miktar zayıflamasına neden olmuş olabilir.

Çalışmamıza sadece sinüs ritmindeki olgular alınmıştır. Ancak atriyal fibrilasyonlu olgulardaki geçerliliği yeterince bilinmemektedir. Olgularımızın hiçbirinde ileri derecede mitral yetersizliği yoktu. Ciddi mitral yetersizlikli olgularda bu yöntemin uygulanabilirliği araştırılmalıdır.

Sonuç olarak koroner arter hastalığı bulunan olgularda mitral E dalga hızının DDG tekniği ile ölçülen erken diyastolik anuler hızı oranı, SVDSB ile orta derecede bir korelasyon göstermektedir. Bu oran SV dolum basıncının tahmininde kullanılabilecek noninvaziv bir parametre olabilir.

KAYNAKLAR

1. **Appleton CP, Hattle LK, Popp RL:** Relation of transmitral flow velocity patterns to left ventricular diastolic function: new insight from a combined hemodynamic and Doppler echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol* 1988;12:426-40
2. **Yamamoto K, Nishimura RA, Redfield MM:** Assessment of mean left atrial pressure from left ventricular pressure tracing in patients with cardiomyopathies. *Am J Cardiol* 1996;78:107-10
3. **Giannuzzi P, İmparato A, Temporelli PE, et al:** Doppler-derived mitral deceleration of early filling as a strong predictor of pulmonary capillary wedge pressure in postinfarction patients with left ventricular systolic dysfunction. *J Am Coll Cardiol* 1994;23:1630-7
4. **Vanoverschelde JL, Raphael DA, Robert AR, Cosyns JR:** Left ventricular filling in dilated cardiomyopathy: relation to functional class and hemodynamics. *J Am Coll Cardiol* 1990;15:1288-95
5. **Stork TV, Muller RM, Piske GJ, Ewert CO, Hochrein H:** Noninvasive measurement of left ventricular filling pressures by means of transmitral pulsed Doppler ultrasound. *Am J Cardiol* 1989;64:655-60
6. **Nishimura RA, Appleton CP, Redfield MM, Istrup DM, Holmes DR, Tajik AJ:** Noninvasive Doppler echocardiographic evaluation of left ventricular filling pressures in patients with cardiomyopathies: a simultaneous Doppler echocardiographic and cardiac catheterization study. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:1226-33
7. **Jensen JL, Williams FL, Beilby JL, Jhonson BL, et al:** Feasibility of obtaining pulmonary venous flow velocity in cardiac patients using transthoracic pulsed wave Doppler technique. *J Am Soc Echocardiogr* 1997;10:60-6
8. **Fleming AD, Xia X, McDicken WN, Sutherland GR, Fenn L:** Myocardial velocity gradients detected by Doppler imaging. *Br J Radiol* 1994;67:679-88
9. **Isaaz K, Munoz del Romeral L, Lee E, Schiller NB:** Quantification of motion of the cardiac base in normal subjects by Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1993;6:166-76
10. **Rodriguez L, Garcia MG, Ares M, Griffin BP, Nakatani S, Klein AL:** Assessment of mitral annular dynamics during diastole by Doppler tissue imaging: Comparison with mitral Doppler inflow in subjects without heart disease and in patients with left ventricular hypertrophy. *Am Heart J* 1996;131:982-7
11. **Garcia MG, Rodriguez L, Ares M, Griffin BP, Thomas JD:** Differentiation of constrictive pericarditis from restrictive cardiomyopathy: assessment of left ventricular diastolic velocities in longitudinal axis by Doppler tissue imaging. *J Am Coll Cardiol* 1996;27:108-14
12. **Sutherland GR, Steward MJ, Groundstroem KWE, Moran CM, et al:** Color Doppler myocardial imaging: a new technique for the assessment of myocardial function *J Am Soc Echocardiogr* 1994;7:441-58

13. Isaaz K, Thompson A, Ethevenot G, Cloez JL, Brembilla B, Pernot C: Doppler echocardiographic measurement of low velocity motion of left ventricular posterior wall. *Am J Cardiol* 1989;64:66-75

14. Miyatake K, Yamagishi M, Tanaka N, et al: New method for evaluating left ventricular wall motion by color-coded tissue Doppler imaging: in vitro and in vivo studies. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:717-24

15. Vanoverschelde JJJ, Robert AR, Gerbaux A, Michel X, Hanet C, Wijns W: Noninvasive estimation of pulmonary arterial wedge pressure with Doppler transmitral flow velocity pattern in known heart disease. *Am J Cardiol* 1995;75:383-9

16. Nagueh SF, Kopelen HA, Zogbi WA: Feasibility and accuracy of Doppler echocardiographic estimation of pulmonary artery occlusive pressure in the intensive care unit. *Am J Cardiol* 1995;75:1256-62

17. Choong CY, Abascal VA, Thomas JD, Guerrero JL, McGlew S, Weyman AE: Combined influence of ventricular loading and relaxation in transmitral flow velocity profile measured by Doppler echocardiography. *Circulation* 1988;78:672-83

18. Ishida Y, Meisner JS, Sujioka KT, et al: Left ventricular filling dynamics: influence of left ventricular relaxation and left atrial pressure. *Circulation* 1986;74:187-96

19. Appleton CP, Galloway JM, Gonzalez MS, Graballa M, Basnight MA: Estimation of left ventricular filling pressures using two-dimensional and Doppler echocardi-

ography in adult patients with cardiac disease. *J Am Coll Cardiol* 1993;22:1972-82

20. Kuecherer HF, Muhiudeen IA, Kusumoto FM; et al: Estimation of mean left atrial pressure from transesophageal pulsed Doppler echocardiography of pulmonary venous flow. *Circulation* 1990;82:1127-39

21. Pozzoli M, Capomolla S, Pinna G, Cobelli F, Tavazzi L: Doppler echocardiography reliably predicts pulmonary arterial wedge pressure in patient with chronic heart failure with and without mitral regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 1996;27:883-93

22. Brun P, Tribouilly C, Duval AM, et al: Left ventricular flow propagation during early filling is related to wall relaxation: a color M-mode Doppler analysis. *J Am Coll Cardiol* 1992;20:420-32

23. Stügaard M, Smiseth OA, Risoe C, Ihlen H: Intraventricular early diastolic filling during acute myocardial ischemia, assessment by multigated color M-mode Doppler echocardiography. *Circulation* 1993;88:2705-13

24. Qureshi U, Olmos L, Cid E, et al: Influence of preload and relaxation on early diastolic flow propagation as assessed by color M-mode Doppler (abstract). *J Am Soc Echocardiography* 1995;8:357

25. Nagueh SF, Middleton JK, Kopelen HA, Zoghbi WA, Quinones MA: Doppler tissue imaging: a noninvasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressure. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:1527-3