

Termodilüsyon Yöntemiyle ve Pulsed Wave Doppler Ekokardiyografiye Saptanan Kalp Debilerinin Karşılaştırılması

PULSED WAVE VE DOPPLER EKO KARDİYO GRAFİYE SAPTANAN KALP DEBİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Kenan ÖVÜNÇ, Dr. Ali ERGİN, Doç. Dr. Tefrik KURAL, Prof. Dr. Siber GÖKSEL

Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi Kardiyoloji Bölümü, ANKARA

ÖZET

Konjestif kalp yetmezliği nedeniyle koroner bakım ünitesinde tedavi edilmekte olan, 36-65 (ortalama 50) yaşlarındaki 20 iskemik veya dilate kardiyomyopati hastada termodilüsyonla ve ekokardiyografik olarak eş zamanlı kalp debileri ölçülerek karşılaştırıldı.

Aort darlığı veya yetmezliği olmayan hastalarda; apikal beş-boşluk görüntüden, Pulsed Wave (PW) Doppler ile sol ventrikül çıkış yolundaki sistolik kan akımının ortalama hızı, ejeksiyon süresi, kalp hızı ve iki boyutlu ekokardiyografi ile parasternal uzun-aks görüntüden sol ventrikül çıkış yolunun sistolik çapı ve kesit alanı ölçüldü (Alan- πr^2). Bu değerlerin yardımıyla bulunan ekokardiyografik kalp debileri ve termodilüsyon yöntemi ile bulunan kalp debileri arasında önemli korelasyon bulundu (R=0.95).

Bu bulgu; aort darlığı veya yetmezliği olmayan hastalarda sol ventrikül çıkış yolu metodu ile ölçülen ekokardiyografik kalp debisinin, yoğun bakım ünitelerinde termodilüsyon yönteminin güvenilir noninvaziv bir alternatifi olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Pulsed wave Doppler ekokardiyografi, Kalp debisi

T Klin Kardiyoloji 1993, 6:196-200

Yakın teknolojik gelişmeler, Doppler ekokardiyografinin kalbin atım volümü ve debisinin saptanmasında kullanımını sağladı ve suprasternal pencereden çıkan aortadaki veya parasternal pencereden pulmoner arterdeki kan akımının saptanabileceği yapılan çalışmalarla gösterildi (1-3),

Geliş Tarihi: 09.05.1992

Kabul Tarihi: 06.06.1992

Yazışma Adresi: Dr. Kenan ÖVÜNÇ
Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi
Kardiyoloji Bölümü, ANKARA

SUMMARY

Within 20 dilated (congestive) or ischemic cardiomyopathy patients, being treated for congestive heart failure in coronary care unit, whose ages ranged from 36 to 65 years (mean 50), thermodilution-derived and echocardiographic cardiac outputs were calculated and compared simultaneously.

In patients without aortic stenosis or insufficiency; from apical five-chamber view, left ventricular outflow tract systolic mean velocities, ejection times, heart rates and from parasternal long-axis view, left ventricular outflow tract systolic diameters and their cross-sectional areas (Area- πr^2) were calculated by means of PW Doppler and two-dimensional echocardiography. Significant correlation was found between echocardiographic cardiac outputs calculated from these values and thermodilution-derived cardiac outputs (R=0.95).

This finding shows that, in patients without aortic stenosis or insufficiency, echocardiographic cardiac outputs, measured by left ventricular outflow method can be used as a reliable noninvasive alternative of thermodilution method in intensive care units.

Key Words: Pulsed wave Doppler echocardiography, Cardiac output

Turk J Cardiol 1993, 6:196-200

Bu metodlar, yansıyan ses dalgalarının oluşturduğu Doppler değişimlerinden (shifts) saptanan kan akım hızının damarın tüm kesitinde uniform olarak dağıldığı prensibine dayanmaktadır. Pulsed Wave (PW) Doppler ile saptanan spektral analiz trasesinin zaman-hız integrali ile damarın kesit alanının çarpımı damardan geçen kan volümüne eşittir (4).

Damarın içindeki hız spektrumu ve damarın kesit alanının doğru ölçülmesi Doppler ile akımın saptanmasında önemlidir. Örneğin aort darlığında, çıkan aortadaki hız spektrumu laminar olmadığı için hızların dağılımında heterojenite oluşacak ve bu da sol ventrikül çıkış yo-

Hundaki veya çıkan aortadaki akım hızından geçen kan volümünün ölçülmesini değersiz kılacaktır. PW Doppler kullanıldığında, örnekleme (sample) volümünün lokalizasyonundaki kesit alanının saptanması ölçümün doğruluğunu arttıracaktır. Erişkinlerde; parasternal kısa aks görüntüden pulmoner arterin, suprasternal görüntüden çıkan aortanın kesit alanının saptanmasını sağlayacak uygun görüntülerin elde edilmesindeki güçlük, bu yöntemlerin pratikte kullanımını kısıtlamaktadır.

Kalp apeksi, kan akımı ile Doppler demeti arasındaki açıyı minimize indirdiği ve tüm hastalarda uygun görüntü sağlayabildiği için, hem mitral hem de aort kapaklarındaki akım hızlarını değerlendirmede önemli ekokardiyografik pencere oluşturur.

Fisher ve ark. (5), deney hayvanlarında apikal yaklaşımla mitral kapakçıkların hemen distalinde sol ventriküldeki akım hızını ve parasternal kısa akstan mitral kapak orifisinin alanını ölçerek, kalp debisinin bu yolla bulunabileceğini gösterdiler. Lewis ve ark. (6) ise, mitral anülüste ölçtükleri kan akımı ve kesit alanını kullanarak, termodilüsyon yöntemiyle korelasyon gösteren kalp debisi değerleri buldular. Aynı çalışmada, sol ventrikül çıkış yolunun (aortik anülüs) kesit alanı ve PW Doppler ile burada saptanan akım hızının yardımıyla bulunan atım volümü ve kalp debisi değerlerinin, hem termodilüsyon yöntemiyle hem de mitral anülüsten ölçülen değerlerle korele olduğu, daha kolay uygulanıp tekrarlanan ölçümlerde daha az yanılığa yol açtığı gösterildi.

Bu bulgular ışığında; aort darlığı veya yetmezliği olmayan hastalarda, sol ventrikül çıkış yolundan PW Doppler ile kalp debileri ölçülerek, noninvaziv ve kolay tekrarlanabilen bu yöntem ile eşzamanlı termodilüsyon bulgularının karşılaştırılması amaçlandı.

MATERYEL VE METOD

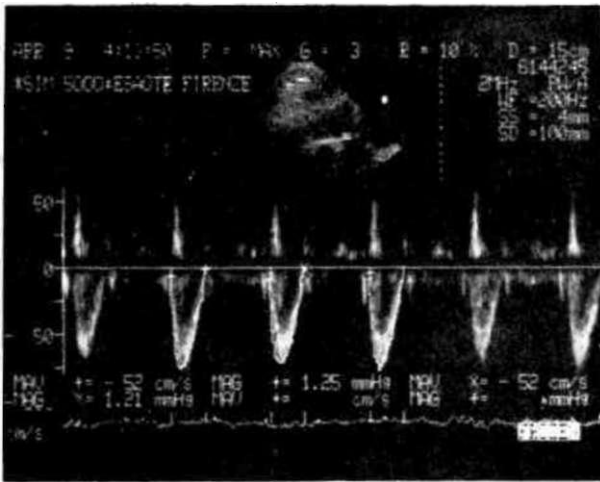
Çalışma grubu, yaşları 36-65 (ortalama 50) olan beşi kadın, onbeşi erkek 20 hastadan oluşuyordu. Tür-

kiye Yüksek İhtisas Hastanesi Kardiyoloji Kliniği koroner bakım Ünitesinde konjestif kalp yetmezliği nedeniyle yatmakta olan 9 iskemik ve 11 dilate (konjestif) kardiyomyopati hastada termodilüsyon yöntemiyle kalp debisi ölçülürken (7,8), eşzamanlı olarak sol ventrikül çıkış yolundan ekokardiyografik debi ölçümü tekrarlandı.

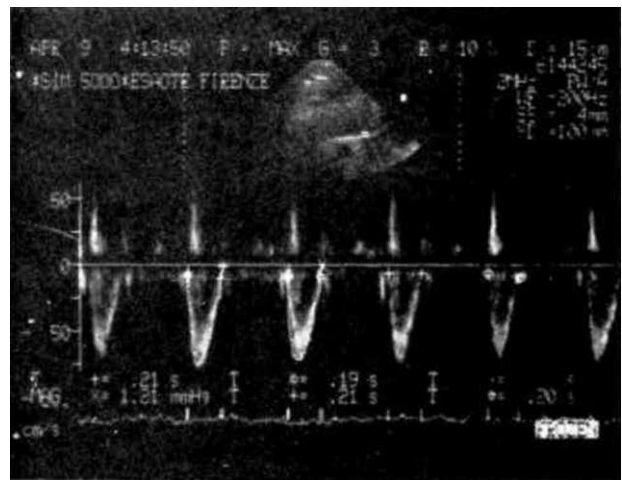
Aort darlığı veya yetmezliği olmayan hastaların 11'inde mitral yetmezliği ve 5'inde de atrial fibrilasyon mevcuttu.

Subklavyan ven veya internal juguler vene perkütan teknikle girilip pulmoner artere yerleştirilen Abbott-Sorenson marka, 7 F, 4 lümenli, 110 cm uzunlukta, heparinle kaplı, akımla yönlendirilen termodilüsyon kateterinin sağ atriumda bulunan proksimal deliğinden 0°C'deki 10 cc %5 Dextroz hızla verildi. Kateterin distal ucundan 4 cm gerideki termosistör kan ısısındaki azalmayı saptadı ve sisteme bağlı Abbott 3300 Cardiac Output Computer ile kalp debisi ölçüldü. Tekrarlanan ölçümler içinde %10'dan fazla farklılık gösterenler dikkate alınmayarak, birbirine benzer 5 ölçümün ortalaması ile kalp debisi saptandı.

Hafifçe sola dönük yatan hastalarda bu esnada SİM 5000 Ote-Biomedica ekokardiyograf ve 2.5 MHz'lik mekanik sektör transdüseri kullanılarak uygun apikal 5 boşluk görüntü elde edildi. Yönü değiştirilebilen (steerable) "cursor" yardımı ile PW Doppler "sample" volümü, aort darlığı veya yetmezliği ekarte edildikten sonra, aort kapağının hemen proksimalinde sol ventrikül çıkış yoluna yerleştirildi. PW Doppler ile buradan elde edilen akımın hız profilinden (spektral analiz trasesi), cihazın otoanalizeri kullanılarak ortalama aortik velosite (OAV), ejeksiyon süresi (ES) ve kalp hızı saptandı (Şekil 1 A,B). Ölçümlerde, sinüs ritminde olanlarda 3, atrial fibrilasyonlularda ise 5

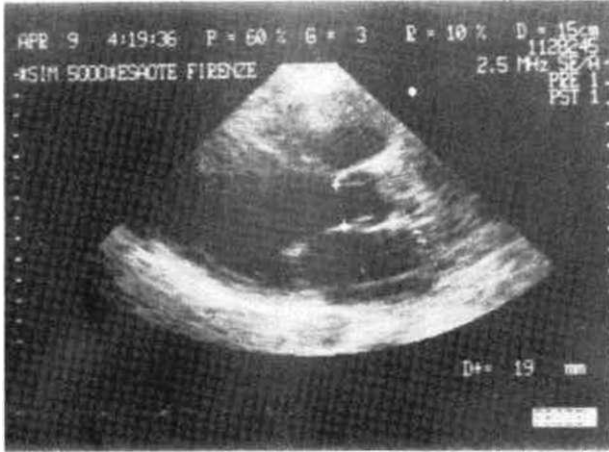


A



B

Şekil 1. Olgularımızdan birinde, apikal 5 boşluk görüntüden PW Doppler ile: A.Ortalama aortik velosite (MAV) B.Ejeksiyon süresini (T) ölçülmesini göstermektedir.



Şekil 2. Olgularımızdan birinde, parasternal uzun aks ekokardiyografik görüntüden sol ventrikül çıkış yolunun çapının (R) ölçülmesini göstermektedir.

spektral analiz trasesi incelenerek ortalama değerleri esas alındı, ekstrasistollerin oluşturduğu düşük atım hızları çalışma dışı bırakıldı.

Daha sonra, parasternal uzun aks görüntüden, maksimal sistolik aort kapağı açılımı esnasında, aort kapağının hemen altında sol ventrikül çıkış yolunun çapı (SVÇÇ) ölçüldü (Şekil 2). Sol ventrikül çıkış yolunun sistol boyunca sirküler yapısını koruması nedeniyle jcr^2 (r: çıkış yolunun yarıçapı) formülüyle bulunan çıkış yolunun kesit alanı (cm²), OAV (cm/sn) ve ES (sn) ile

çarpılarak sistolik sol ventrikül çıkış yolu volümü yani atım volümü bulundu. Dakikadaki kalp hızı ile atım volümünün çarpımı kalp debisini verdi (3,6,9-11).

Termodilüsyonla ve ekokardiyografik olarak bulunan kalp debisi değerleri T.C.Devlet İstatistik Enstitüsü Bilgi İşlem Merkezinde lineer regresyon analizi ile karşılaştırıldı.

BULGULAR

Tablo 1'de çalışılan her hastadan elde edilen kalp hızı, ortalama aortik velosite, ejeksiyon süresi, sol ventrikül çıkış yolu çapı ve bu değerleri kullanarak elde edilen ekokardiyografik kalp debileri ile termodilüsyon yöntemiyle bulunan kalp debileri gösterildi.

Tüm hastalarda, apikal ve parasternal yaklaşımlarla gerekli ölçümler yapılabildi. Doppler ile saptanan kalp debileri, termodilüsyonla bulunan kalp debileri ile R değeri 0.95 olan önemli korelasyon gösterdi ve ölçümlerin standart sapması 90 ml/dak bulundu (Şekil 3).

Regresyon eşitliğinin $y=0.91x+7.8$ (y: termodilüsyonla kalp debisi, x:ekokardiyografik kalp debisi) bulunması; ekokardiyografik yöntemin diğerine göre kalp debisinde sistematik olarak önemli derecede az veya çok ölçüm hatası oluşturmadığını gösterdi.

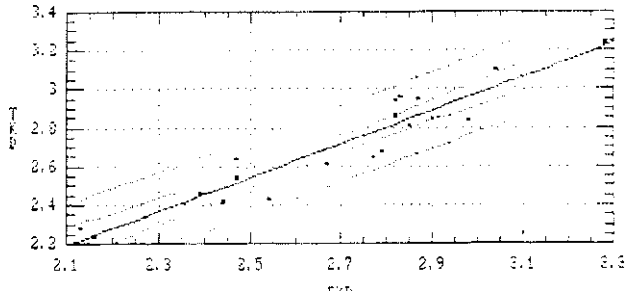
TARTIŞMA

Düşük hızlarda, kan akımı laminer özellik taşır. Ayrıca, kan sol atriumdan mitral kapak içine girerken

Tablo 1. Olgularımızda Doppler ve Termodilüsyon Bulguları

No	Y	C	H	KH	OAV (cm/sn)	ES (sn)	SVÇÇ (cm)	EKD (Lt/dak)	TKD (Lt/dak)
1	50	E	İK	100	36	0.16	2.3	2.39	2.46
2	38	E	DK	88	36	0.18	2.4	2.47	2.64
3	40	K	DK	108	42	0.15	2.0	2.13	2.28
4	49	E	DK	103	59	0.16	1.8	2.47	2.54
5	57	E	İK	84	66	0.20	1.8	2.82	2.86
6	51	E	DK	108	38	0.19	2.0	2.44	2.42
7	56	K	DK	88	46	0.17	2.0	2.16	2.24
8	65	E	DK	86	54	0.16	2.2	2.82	2.94
9	40	K	DK	96	52	0.20	1.9	2.83	2.96
10	58	E	İK	92	48	0.18	2.1	2.90	2.85
11	57	E	İK	108	42	0.16	2.4	3.28	3.24
12	36	E	DK	104	38	0.19	2.2	2.85	2.81
13	54	E	İK	98	36	0.18	2.4	2.87	2.95
14	41	K	DK	88	43	0.17	2.3	2.67	2.61
15	53	E	İK	92	48	0.20	2.0	2.77	2.65
16	57	E	İK	96	45	0.21	2.1	2.79	2.68
17	40	E	DK	94	39	0.18	2.4	2.98	2.84
18	36	K	DK	108	40	0.17	2.3	3.04	3.10
19	62	E	İK	93	41	0.19	2.0	2.27	2.34
20	60	E	İK	95	43	0.18	2.1	2.54	2.43

Y- Yaş; OC ins; H-Hastalık, KH-Kalp Hızı; OAV-Ortalama Aortik Velosite; ES-Ejeksiyon Süresi; SVÇÇ-Sol Ventrikül Çıkış Yolu Çapı; EKD= Ekokardiyografik Kalp Debisi; TKD=Termodilüsyonla Kalp Debisi; İK-iskemik kardiyomiyopati; DK=Dilatekardiyomiyopati.



Şekil 3. Olgularımızda bulunan ekokardiyografik kalp debileri (EKD, lt/dak) ile termodilüsyonla bulunan kalp debilerinin (TKD, lt/dak) linear regresyon analizi (r:0.95 y=0.91x+7.8)

Tablo 2. Önceki çalışmalarda sol ventrikül çıkış yolundan Doppler ile saptanan kalp debilerinin termodilüsyon bulgularıyla korelasyonları

		R	St.Sapma (ml/dak)
Huntsman	(1)	0.94	580
Magnin	(3)	0.83	-
Lewis	(6)	0.91	630
Ihlen	(9)	0.96	700
Nishimura	(4)	0.94	780
Labowitz	(11)	0.85	990

veya aortik anülüsten erken sistolde artan hızla anılırken hız profili daha da düzleşir (4). Bu çalışmada da; "sample" volüm aortik anülüste yanlara doğru dolaştığında, hız profilinde önemli değişikliğin gözlenmemesi, olgularımızda aortik anülüste akım hızları dağılımının homojen olduğunu destekledi. Bu da, normal aortik anülüsteki akım profilinin, geçen kan volümünün PW Doppler ekokardiyografi ile ölçümüne uygun olacağını ortaya koymaktadır.

Sol ventrikül çıkış yolu metodunda, aortik anülüs gerçek bir sirküler yapı oluşturduğu ve genişliği ejeksiyon sırasında minimal olarak değiştiği için diğer ekokardiyografik yöntemlere göre daha az ölçüm hatası vardır. Yapılan çalışmalar, sistolde anülüs alanının sadece %3-14 oranında genişleyebildiğini göstermiştir (9,12,15). Ayrıca, mitral anülüs alanının saptanmasında kişiler arasındaki yanılma payı %14 iken, aortik anülüste bu oran %6'ya inmektedir (6).

Tablo 2'de gösterildiği gibi; daha önceki çalışmalarda, termodilüsyon yöntemi ile sol ventrikül çıkış yolunda Doppler ile saptanan kalp debilerinin korelasyonu 0.83-0.96, ölçümdeki hata payları 580-990 ml/dak bulunmuştu. Bu çalışmada da her iki yöntem arasındaki korelasyon 0.95 ve ekokardiyografik ölçümdeki yanılma payı da 90 ml/dak bulundu.

Turk J Cardiol 1993, 6

Termodilüsyon metodu, ideal standart yöntem olmamakla birlikte yoğun bakım üniteleri koşullarında kullanılabilir tek güvenilir methoddur (14,15). Bu çalışmada, termodilüsyon yönteminin güvenilirliğini artırabilmek için %10'dan fazla değişiklik gösteren debi değerleri ortalama ölçümde dikkate alınmadı. Apikal 5 boşluk görüntüden sol ventrikül çıkış yolunda PW Doppler ile kan akımının hızı, ejeksiyon süresi, kalp hızı ve parasternal uzun aks görüntüden 2 boyutlu ekokardiyografi ile sol ventrikül çıkış yolunun çapı saptanarak ölçülen ekokardiyografik kalp debileri, eşzamanlı termodilüsyon bulguları ile önemli korelasyon gösterdi.

Sonuç olarak bu çalışma; aort darlığı veya yetmezliği olmayan hastalarda, sol ventrikül çıkış yolunda PW Doppler ile saptanan akımın spektral analiz trasesinden ölçülen atım volümünün ve kalp debisinin klinikte kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca bu yöntemin başlıca avantajları; kritik hastalarda bile apikal pencerenin yeterli görüntü sağlayabilmesi, mevcut diğer kardiyak patolojilerin birlikte değerlendirilebilmesi, ses dalgaları ile kan akımı arasındaki açıyı minimize ederek yanılma payını azaltması, ucuz, tekrarlanabilir ve noninvaziv olmasıdır.

KAYNAKLAR

1. Huntsman LL, Stewart DK, Barnes SR, et al. Noninvasive Doppler determination of cardiac output in man. *Circulation* 1983;67:593-602.
2. Goldberg SJ, Shan DJ, Allen HD, et al. Evaluation of pulmonary and systemic blood flow by 2-dimensional Doppler echocardiography using fast Fourier transform spectral analysis. *Am J Cardiol* 1982; 50:1394-97.
3. Magnin PA, Stewart JA, Myers S, et al. Combined Doppler and phased array echocardiographic estimation of cardiac output. *Circulation* 1981; 63:388-92.
4. Hatte L, Angelsen B. Doppler ultrasound in cardiology. Philadelphia: Lea-Febiger 1982:10-18.
5. Fisher DC, Sahn DJ, Friedman MJ, et al. The mitral valve orifice method for noninvasive two-dimensional echo Doppler determinations of cardiac output. *Circulation* 1983; 67:872-75.
6. Lewis JF, Kuo LC, Nelson JG, et al. Pulsed Doppler echocardiographic determination of stroke volume and cardiac output. *Circulation* 1984; 70:425-31.
7. Forrester JS, Swan JHC, Ganz W, et al. Thermodilution cardiac output determination with a single flow-directed catheter. *Am Heart J* 1972; 83:306-9.
8. Ganz W, Swan HJC. Measurement of blood flow by thermodilution. *Am J Cardiol* 1972; 29:241-45.
9. Ihlen H, Amlie JP, Dale J, et al. Determination of cardiac output by Doppler echocardiography. *Br Heart J* 1984; 51:54-60.

10. Nishimura RA, Callahan MJ, Schaff HV, et al. Noninvasive measurement of cardiac output by CW Doppler echocardiography; initial experience and review of the literature. Mayo Clin Proc 1984; 59:484-89.
11. Labovitz AJ, Buckingham TA, Habermehl K, et al. The effects of sampling site on the two-dimensional echo-Doppler determination of cardiac output. Am Heart J 1985; 109:327-32.
12. Looyenga DS, Liebson PR, Bone RC, et al. Determination of cardiac output in critically ill patients by dual beam Doppler echocardiography. J Am Coll Cardiol 1989; 13:340-47.
13. Sohüster AH, Nanda NC. Doppler echocardiographic measurement of cardiac output: comparison with a nongolden Standard. Am J Cardiol 1984; 53:257-59.
14. LdSpky JA, Hoekenga DE, Greene ER, Luft UC. Comparison of noninvasive pulsed Doppler and Fick measurements Of Stroke volume in cardiac patients. Am Heart J 1984; 107:339 46.
15. *ditâ'm* JM, Tobis JM, Dabestani A, et al. Superiority of two-dimensional measurement of aortic vessel diameter in Doppler echocardiographic estimates of left ventricular Stroke volume. J Am Coll Cardiol 1985; 6:66-74.