

# Pulmoner Arter Sistolik Basıncının Değerlendirilmesinde Pulmoner ve Trikuspit Kapak Akımlarının Pulsed-Doppler Ekokardiyografi ile İncelenmesi

EVALUATION OF PULMONARY ARTERY SISTOLIC PRESSURE BY PULMONARY AND TRICUSPID VALVES PULSED-DOPPLER ECHOCARDIOGRAPHY

Uzm.Dr.M.Zeki NAVRUZ, Uzm.Dr.Özcan YILMAZ, Dr.Celalettin CAMCI,  
Dr.Enver TÜLCE, Doç.Dr.Gülün PÜRSÜNLERLİ

Ankara Numune Hastanesi Kardiyoloji Kliniği, ANKARA

## ÖZET

Pulmoner hipertansiyonlu 25 hastada ve sağlıklı 15 kişide pulmoner ve trikuspit kapak akımlarının PW-Doppler ekokardiyografik görüntüleri elde edildi.

Sağ ventriküler preejeksiyon periyodu (RVPEP), akselerasyon zamanı (TPV), sağ ventriküler ejeksiyon zamanı (RVEP), sağ ventriküler preejeksiyon periyodunun akselerasyon zamanına oranı (RVPEP/TPV), sağ ventriküler preejeksiyon zamanının sağ ventriküler ejeksiyon zamanına oranı (RVPEP/RVEP) ve akselerasyon zamanının sağ ventrikül ejeksiyon zamanına oranı (TPV/RVEP) kontrol grubu ile karşılaştırıldı. Ayrıca bu değerlerin pulmoner arter basıncı ile ilişkileri incelendi.

Sonuç olarak RVPEP'nun kontrol gurubundan farklı olmadığı ( $p>0.05$ ), TPV değerinin hasta gurubunda kontrol gurubuna göre çok anlamlı derecede düşüklüğü tespit edildi ( $p<0.001$ ). Ayrıca TPV ile pulmoner arter basıncı arasında anlamlı bir negatif korelasyon mevcuttu ( $r=-0.56$ ,  $p<0.01$ ). RVEP değerleri kontrol gurubuna göre anlamlı derecede düşük bulundu ( $p<0.001$ ). RVPEP/RVEP ve RVPEP/TPV değerleri hasta gurubunda kontrole göre anlamlı yüksek bulundu ( $p<0.01$ ,  $p<0.001$ ; sırasıyla). Bu değerler ile pulmoner arter basıncı arasında ilişki tespit edilmedi. TPV/RVEP hasta gurubunda kontrol gurubuna göre anlamlı derecede düşük bulundu ( $p<0.001$ ). Ayrıca bu değer pulmoner arter basıncı arttıkça azalmakta idi. Ancak bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $r^2=0.49$ ,  $p>0.05$ ).

Doppler ekokardiyografi ile trikuspit yetmezliği üzerinden hesap edilen pulmoner arter sistolik basınçlarıyla Swan-Ganz ile alınan sistolik pulmoner arter basınçları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit edildi ( $r=0.95$ ,  $p<0.001$ ).

Anahtar Kelimeler: Pulmoner hipertansiyon, pulsed-Doppler ekokardiyografi

T Klin Kardiyoloji 1993, 3:206-211

Geliş Tarihi: 1.8.1992

Kabul Tarihi: 11.5.1993

Yazışma Adresi: Dr.Celalettin CAMCI

1.Cadde No:22/12

Bağçelievler 06500 ANKARA

## SUMMARY

In this study, 25 patients with pulmonary hypertension and 15 normal subjects were investigated by pulmonary and tricuspid valves PW-Doppler echocardiograms. Right ventricular preejection period (RVPEP) acceleration time (TPV), right ventricular ejection period (RVEP), right ventricular preejection period to acceleration time ratio (RVPEP/TPV), right ventricular preejection period to right ventricular ejection period ratio (RVPEP/RVEP) and acceleration time to right ventricular ejection period ratio were measured and compared with control group. All of these measurements were compared with pulmonary arterial systolic pressure.

As a result; between two groups, RVPEP was not significant ( $p>0.05$ ); TPV measurements were very significant ( $p<0.001$ ), and found negative correlation between TPV and pulmonary artery systolic pressure ( $r=-0.56$ ,  $p<0.001$ ). RVEP measurements were significantly lower than control group ( $p<0.001$ ) and RVPEP/RVEP and RVPEP/TPV were significantly higher than the controls ( $p<0.01$  and  $p<0.001$ , respectively). Correlation between pulmonary artery systolic pressure and these parameters (RVPEP, RVPEP/RVEP and RVPEP/TPV) were not statistically significant. TPV/RVEP were very significantly lower in patients group ( $p<0.001$ ), and this parameter gradually decrease with pulmonary artery pressure increase, but this correlation was statistically insignificant ( $r^2=0.49$ ,  $p>0.05$ ).

Pulmonary artery systolic pressures which calculated from tricuspid insufficiency by Doppler echocardiography were correlated with Swan-Ganz catheterization results ( $r=0.95$ ,  $p<0.001$ ).

Key Words: Pulmonary hypertension, pulsed-Doppler echocardiography

Turk J Cardiol 1993, 3:206-211

Bir çok kalp ve akciğer hastalığı sonucu gelişen pulmoner hipertansiyonun monin vaziv değerlendirilmesi uzun süre önemli problem olmuştur. Pulmoner hipertansiyon varlığında kalp sesleri, EKG ve radyografide

önemli değişiklikler olabilir. Ancak pulmoner arter basıncının tam ve doğru olarak ölçümü kardiyak kateterizasyonla mümkün olabilmektedir (1). M-mod ekokardiyografide "a" dalgasının silinmesi ve sistolik çentiklenme gibi anormallikler bildirilmiş fakat erişkin hastada pulmoner kapağın gösterilmesi sıklıkla problem oluşturmuştur (1,2). Doppler ekokardiyografik tekniğin gelişmesi ile triküspit yetmezliği üzerinden pulmoner arter basıncı ölçülebilmüş, ayrıca pulmoner hipertansiyona uyan akım velosite örnekleri elde edilmiştir (2).

Biz bu çalışmada pulmoner hipertansiyonlu ve normal kişiler arasındaki pulmoner kapaktaki akım velosite örneklerinin farklılıklarını ve pulmoner hipertansiyonla ilişkisini araştırdık.

### MATERYEL VE METOD

Ocak 1991 ile Şubat 1992 tarihleri arasında hastanemiz Kardiyoloji kliniğine müracaat eden 15'i kronik korpulmonale, 10'u ise romatizmal veya konjenital kalp hastalığına bağlı pulmoner hipertansiyon gelişmiş toplam 25 hasta çalışma kapsamına alındı. Hastaların 15'i kadın, 10'u erkekti; ayrıca 12'si erkek, 3'ü kadın 15

normal kişi kontrol grubu olarak seçildi. Kontrol grubunda daha önce geçirilmiş kalp hastalığı hikayesi ve halen mevcut kalp hastalığı yoktu; fizik muayene, EKG, telekardiyografi ve ekokardiyografi normaldi.

Hastalar ve kontrol grubundaki bireylere başları çeşitli derecelerde yükseltilmiş durumda sırt üstü yatarken sol taraflarına çevrilerek pozisyon verildi ve Aloka SSD 725 Ekokardiyografi ve Aloka UGR 36 Doppler ünitesi kullanıldı. PW Doppler için 3 MHz transducer kullanıldı. Doppler ekokardiyografik kayıtlar apikal ve subkostal pozisyonlardan elde edildi. Triküspit yetmezliğine ait maksimal velosite ve bunun üzerinden modifiye Bernoulli eşitliği ile sistolik triküspit gradienti hesaplandı (3). Sağ ventrikül sistolik basıncı triküspit kapaktan elde edilen sistolik gradiente 14 mmHg değerinin eklenmesi ile elde edildi (4).

Pulmoner akım örneği sol parasetemal kısa aksdan, 3 hastada ise subkostal olarak elde edildi. Bu örnek üzerinde "a" dalgası ve sistolik çentiklenme arandı. Pulmoner kapak akım örneğinin kantitatif analizi ile sağ ventrikül preejeksiyon periyodu (RVPEP), akselerasyon zamanı (TPV), sağ ventrikül ejeksiyon zamanı (RVEP)

**Tablo 1.** Pulmoner hipertansiyonlu hasta gurubundan ve kontrol gurubundan elde edilen ölçüm değerleri, Kısaltmalar; TYB:Triküspit yetmezliği üzerinden hesap edilen pulmoner arter basıncı (mmHg), S-GB: Swan-Ganz kateteri ile elde edilen pulmoner arter basıncı (mmHg), RVPEP: Sağ ventrikül pre-ejeksiyon periyodu (milisaniye), TPV: Akselerasyon zamanı (milisaniye), RVEP: Sağ ventrikül ejeksiyon periyodu (milisaniye). (Not: İtalik yazılı değerler kontrol gurubuna, diğerleri hasta gurubuna aittir).

NO	TYB	S-GB	RVPEP	TPV	RVEP	RVPEP/TPV	RVPEP/RVEP	TPV/RVEP						
1	66	-	67.3	67.3	57.6	144.2	96.1	307.6	1.16	0.46	0.70	0.21	0.59	0.46
2	44.5	-	96.1	76.9	76.9	134.6	230.7	317.3	1.20	0.57	0.41	0.24	0.33	0.42
3	54	-	76.9	96.1	86.5	170.0	230.7	317.3	0.88	0.56	0.33	0.30	0.37	0.50
4	64	62	96.1	86.5	76.9	134.6	192.3	269.2	1.24	0.64	0.49	0.32	0.39	0.50
5	35	-	76.9	76.9	115.3	153.8	296.3	317.3	0.66	0.50	0.28	0.24	0.42	0.48
6	80	77	80.0	57.6	40.0	96.1	180.0	173.0	1.24	0.59	0.40	0.33	0.22	0.55
7	60	-	57.6	76.9	67.3	153.8	163.4	346.1	0.85	0.50	0.35	0.22	0.41	0.44
8	60	55	67.3	86.5	86.5	153.8	269.2	326.9	0.77	0.62	0.25	0.29	0.32	0.47
9	40	-	105.3	96.1	76.9	153.8	201.9	326.9	1.37	0.62	0.52	0.29	0.38	0.47
10	55	-	76.9	86.5	76.9	134.6	173.0	282.4	1.00	0.64	0.44	0.29	0.44	0.46
11	55.5	-	96.1	76.9	57.6	182.6	192.6	326.9	1.66	0.42	0.49	0.33	0.29	0.55
12	30	-	86.5	96.1	76.9	115.3	307.6	250.0	1.12	0.83	0.28	0.38	0.25	0.46
13	37.7	-	76.9	67.3	86.5	163.4	250.0	307.6	0.88	0.42	0.30	0.21	0.34	0.51
14	46.6	-	86.5	96.1	57.6	153.8	250.0	321.9	1.50	0.62	0.34	0.29	0.23	0.47
15	86	76	86.5	96.1	67.3	144.2	201.9	288.4	1.28	0.66	0.42	0.33	0.33	0.50
16	52	-	76.9		76.9		269.2		1.00		0.28		0.28	
17	56.2	-	76.9		67.3		250.0		1.42		0.38		0.26	
18	52	-	86.5		76.9		211.5		1.12		0.40		0.36	
19	50	45	76.9		76.9		211.5		1.00		0.36		0.36	
20	53	-	67.0		86.5		250.0		0.77		0.26		0.34	
21	50	-	115.3		76.3		442.0		1.49		0.26		0.27	
22	60	64	67.3		67.3		211.3		1.00		0.31		0.31	
23	76	74	57.6		76.9		288.4		0.74		0.19		0.26	
24	70	-	105.7		57.6		201.9		1.83		0.52		0.28	
25	54.8	56	96.1		67.3		250.0		1.42		0.28		0.26	

endeksleri hesaplandı. Bu parametrelere ilaveten RVPEP/TPV oranı, RVPEP/RVEP oranı ve TPV/RVEP oranı hesap edildi. Hastaların 8 tanesine Swan-Ganz kateter uygulanarak pulmoner arter sistolik ve pulmoner kapiller wedge basınçları ölçüldü. Elde edilen değerler triküspit yetmezliği üzerinden hesaplanan pulmoner arter sistolik basınç değerleri ile karşılaştırıldı. Sonuçlar Student-t testi ve regresyon korelasyon analizi kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirildi.

## SONUÇLAR

Sonuçlar Tablo 1 ve Tablo 2 de özetlenmiştir. Yapılan istatistik analizde hasta grubu ile kontrol grubunda yaşlar arasındaki fark anlamlı bulunmadı ( $p<0.05$ ). Sağ ventrikül preejeksiyon periyodu hasta grubunda ortalama  $82.3\pm 14.9$ , kontrol grubunda  $81.3\pm 15.9$  olarak bulundu, bu değerler arasında istatistiksel fark yoktu ( $p>0.05$ , Şekil 1). TPV değeri hasta grubunda ortalama  $73.4\pm 14.2$ , kontrol grubunda  $145.9\pm 21.3$  bulundu, hasta grubunda TPV değeri kon-

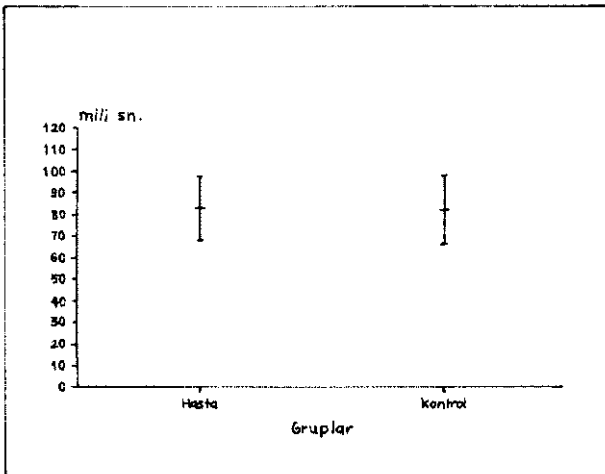
Tablo2. Hasta ve kontrol gruplarından elde edilen değerlerin ortalaması. Kısaltmalar Tablo 1'de açıklanmıştır. (PAB: Pulmoner arter basıncı-mmHg).

Değerler	Hasta Grubu (X±SD)	Kontrol grubu (X ± SD)
Yaş	50.1±16.4*	43.6±17.3
RVPEP	82.3 ±14.9*	81.3 ±15.9
TPV	73.4 ±14.2"	145.9 ±21.3
RVEP	227.1 ±65.7**	298.9 ±43.1
RVPEP/TPV	1.13 ±0.29**	0.59 ±0.14
RVPEP/RVEP	0.37 ±0.12***	0.27 ±0.05
TPV/RVEP	0.33 ±0.09 **	0.48 ±0.03
PAB	55.4 ±13.5	—

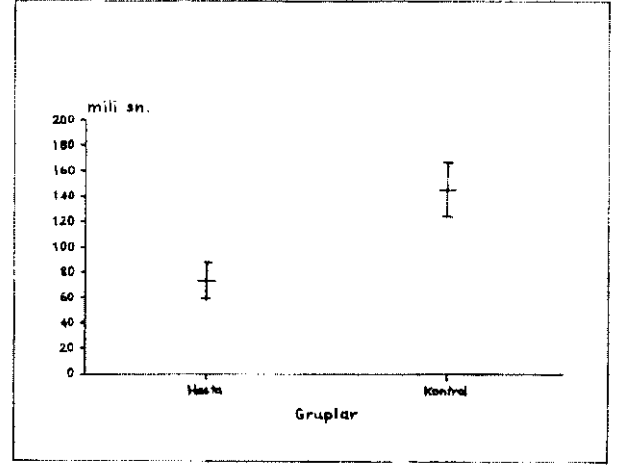
\* $p>0.05$ ,

\*\* $p<0.001$ ,

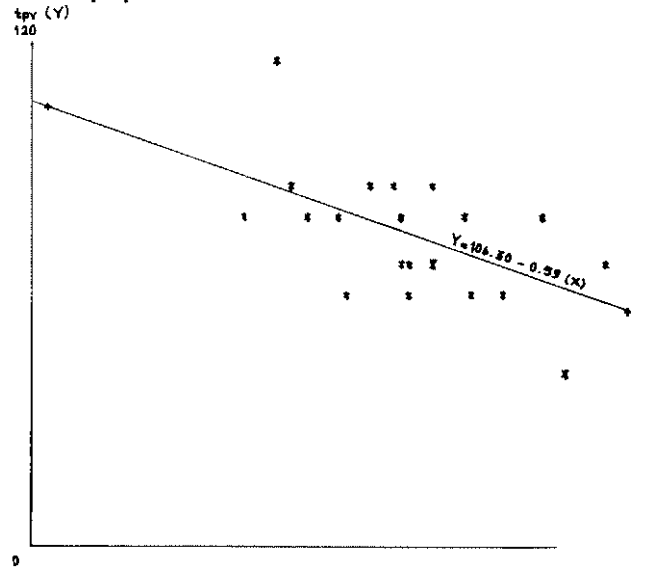
\*\*\* $p<0.01$



Şekil 1. RVPEP değerlerine göre hasta grubu ile kontrol grubunun karşılaştırılması

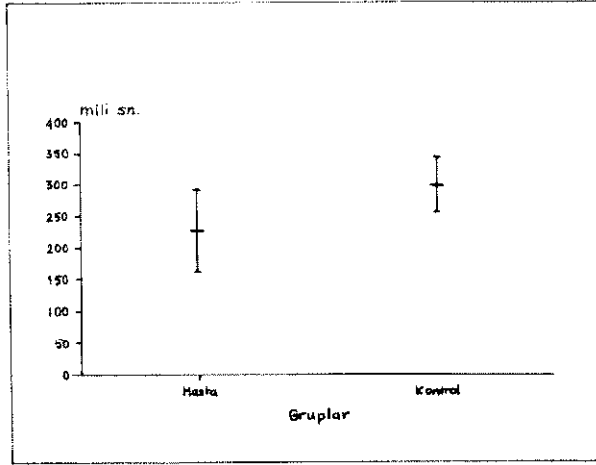


Şekil 2. TPV değerlerine göre hasta grubu ile kontrol grubunun karşılaştırılması

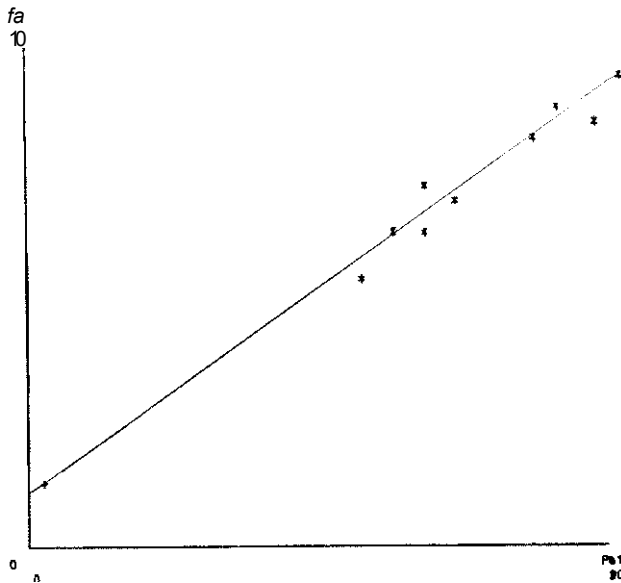


Şekil 3. Pulmoner arter basıncı ile TPV arasındaki ilişki grafiği

trole göre anlamlı olarak düşüktü ( $p<0.001$ , Şekil 2). Ayrıca TPV değeri ile pulmoner arter basıncı arasında negatif korelasyon vardı ( $r=-0.56$ ,  $p<0.01$ , Şekil 3). Sağ ventrikül eejeksiyon periyodu hasta grubunda ortalama  $227\pm 65.7$ , kontrol grubunda  $289.9\pm 43.1$  idi, burada da hasta grubundaki değerler kontrole göre anlamlı derecede düşüktü ( $p<0.001$ , Şekil 4). Sağ ventrikül preejeksiyon periyodunun sağ ventrikül eejeksiyon periyoduna oranı hasta grubunda ortalama  $0.37\pm 0.12$ , kontrol grubunda  $0.27\pm 0.05$  olarak bulunmuş ve hasta grubunda kontrol grubundan anlamlı derece yüksek olduğu gösterilmiştir ( $p<0.01$ ). Ancak pulmoner arter basıncı ile korelasyon tespit edilememiştir. Sağ ventrikül preejeksiyon periyodunun akselerasyon zamanına oranı hasta grubunda ortalama  $0.33\pm 0.09$  iken kontrol grubunda  $0.59\pm 0.14$  tespit edilmiş olup fark istatistik-



Şekil 4. RVEP değerlerine göre hasta grubu ile kontrol grubunun karşılaştırılması



Şekil 5. Doppler ile triküspit yetmezliği üzerinden ölçülen pulmoner arter basıncı ile Swan-Ganz ile ölçülen pulmoner arter basıncı arasındaki ilişki grafiği

sel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0.001$ ). Bununla da pulmoner arter basıncı arasında ilişki tespit edilememiştir. Akselerasyon zamanının sağ ventrikül ejeksiyon periyoduna oranı hasta grubunda ortalama  $0.33 \pm 0.09$ , kontrol grubunda  $0.48 \pm 0.03$  bulunmuştur, bu değer hasta grubunda anlamlı derecede düşüktür ( $p < 0.001$ ). Pulmoner arter basıncı arttıkça bu oran azalmaktadır, fakat bu ilişki anlamlı değildir ( $r = -0.49$ ,  $p > 0.05$ ).

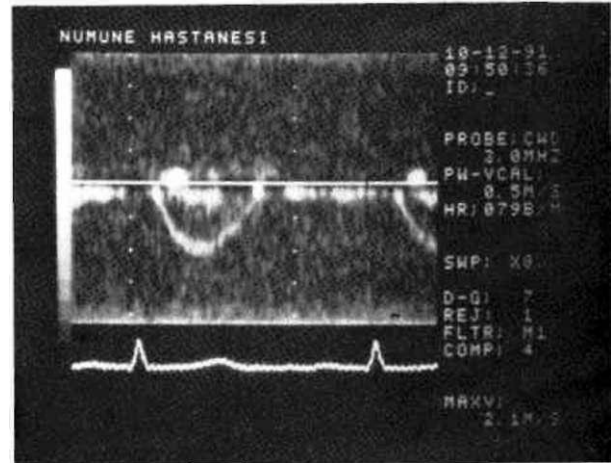
CW-Doppler ekokardiyografi ile tespit edilen sistolik pulmoner arter basıncı ile Swan-Ganz kateteri ile elde edilen pulmoner arter basınçları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit edilmiştir ( $r = 0.95$ ,  $p < 0.001$ , Şekil 5).

*Türk J Cardio! 1993, 6*

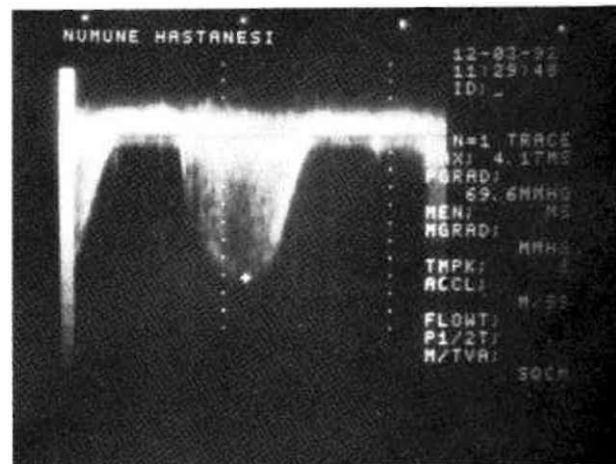
## TARTIŞMA

Pulmoner arter basıncını tayini bir çok kalp hastalığında klinik karar verme ve tedavi yaklaşımlarının değerlendirilmesinde oldukça önemlidir. Daha önceleri pulmoner arter basıncı doğru olarak ancak invaziv kardiyak kateterizasyon ile ölçülebilmekte idi. Noninvaziv girişimler olan EKG, telekardiyografi ve M-mod ekokardiyografi düşük duyarlılığa sahip olup, hafif ve orta derecede yükselmiş pulmoner arter basıncının tespit ve değerlendirilmesinde sınırlı kriterlere sahiptir (4-6).

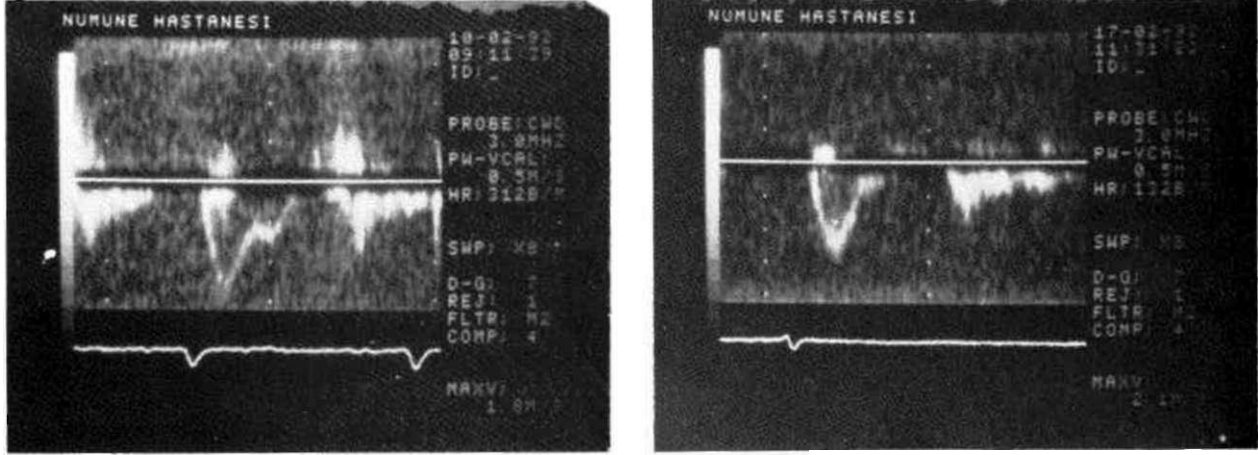
Doppler ekokardiyografi pulmoner arter basıncının noninvaziv tespitinde yeni ufuklar açmıştır (Şekil 6). Doppler ile triküspit yetmezliği üzerinden sağ ventrikül sistolik basıncı dolayısı ile pulmoner arter basıncı kolaylıkla tespit edilebilmektedir (4,7-9) (Şekil 7). Bu yöntemin dışında yine Doppler ekokardiyografi ile çeşitli parametreler kullanılarak pulmoner arter sistolik basıncının doğruya çok yakın olarak tahmin edilebileceği gösterilmiştir (10).



Şekil 6. Pulsed Doppler ekokardiyografi ile elde edilen pulmoner kapağın normal akım velosite örneği



Şekil 7. CW Doppler ile triküspit kapaktan elde edilen yetmezlik örneği



**Şekil 8.** a) PW Doppler ile pulmoner hipertansiyonda görülen midsistolik çentiklenme, b) Üçgen şeklindeki akım örnekleri.

Pulmoner hipertansiyonda Doppler ekokardiyografi ile elde edilen pulmoner arter sistolik akım örneği midsistolik çentiklenme veya üçgen şeklinde görüntülenebilmektedir (11,12) (Şekil-8a, 8b). Bizim çalışmamızda 25 hastadan 12'sinde (% 48) midsistolik çentiklenme ve 13 hastada (% 52) ise üçgen şeklinde görünüm elde edilmiştir. Midsistolik çentiklenme pulmoner hipertansiyon için spesifik değildir (13).

Daha önceki çalışmalarda preejeksiyon periyodu ile pulmoner arter sistolik basıncı arasında anlamlı ilişki gösterilememiştir (11,12,14). Bizim çalışmamızda da ilişki bulunamadı ( $p>0.05$ ). Akselerasyon zamanı (TPV) hasta gurubunda kontrole göre anlamlı derecede düşük bulundu ( $p<0.001$ ). Ayrıca pulmoner arter basıncı ile TPV değerlerindeki azalma arasında iyi bir ilişki tespit edildi. Bu ilişkiye göre pulmoner arter basıncında 1 mmHg'lık artış TPV değerinde 0.59 ms azalmaya sebep olmaktadır (Şekil 3). Pulmoner hipertansiyonlu hastalarda pik velositeye ulaşma süresi kısalmaktadır ve yapılan çalışmalarda 75 ms ve daha kısa olanlarda ciddi pulmoner arteriel hipertansiyon varlığı gösterilmiştir (1,2,4,9,11,12,15-19). Belirgin triküspit yetmezliğinin pulmoner akım velositesinde erken pike sebep olduğu ve bunun akselerasyon zamanını kısaltan etken olduğu öne sürülmüş (20), ancak Chan CL ve ark. triküspit yetmezliği olan ve olmayan pulmoner hipertansiyonlu hastalardan elde edilen verileri karşılaştırmış ve regresyon çizgisinden belirgin sapmaya sebep olmadıklarını göstermişlerdir (4). Böylece triküspit yetmezliğinin varlığında da akselerasyon zamanının pulmoner arter basıncının tahmininde kullanılabileceği öne sürülmüştür (4). Sağ ventrikül preejeksiyon periyodunun akselerasyon zamanına oranı değerinin pulmoner arter basıncı ile iyi bir korelasyon içerisinde olduğu gösterilmiştir (11, 20-22). Bizim çalışmamızda da bu oran kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ( $p<0.001$ ). Ancak pulmoner arter basıncı ile ilişki tespit

edilememiştir. Benzer bulgular literatürde de mevcuttur (11). Akselerasyon zamanının sağ ventrikül ejeksiyon periyoduna oranı hesaplanmış, ortalama pulmoner arter basıncı logaritması ile aralarında iyi bir ilişki olduğu gösterilmiştir (1). Bizim çalışmamızda ise akselerasyon zamanı / sağ ventrikül ejeksiyon periyodu değeri kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur ( $p<0.001$ ). Fakat pulmoner arter başmandaki artış ile anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ( $r=-0.49$ ,  $p>0.05$ ). Bizim sonuçlarımız Debastani ve ark.'nın elde ettikleri sonuçlarla uyum göstermiştir (11).

Hasta gurubunda sağ ventrikül ejeksiyon periyodunu kontrol gurubuna göre anlamlı düşük bulduk ( $p<0.001$ ). Yine sağ ventrikül preejeksiyon periyodunun sağ ventrikül ejeksiyon periyoduna oranı hasta gurubunda daha yüksek idi ( $p<0.001$ ). Fakat bu sonuçlarla pulmoner arter basıncı arasında ilişki tespit edilemedi. Benzer şekilde Isobe ve ark. sağ ventrikül preejeksiyon periyodunun sağ ventrikül ejeksiyon periyoduna oranının pulmoner hipertansiyonu yansıtabileceğini ancak bunun hem de akselerasyon zamanı/sağ ventrikül ejeksiyon periyodu değerinin pulmoner arter basıncı ile ilişkisiz olduğunu göstermişlerdir (2).

Sonuç olarak PVV-Doppler ekokardiyografik görüntüleme ile pulmoner arter basıncının hem triküspit yetmezliği üzerinden hesap edilebileceği hem de pulmoner kapak akım örnekleri üzerinden tahmin edilebileceği gösterilmiştir.

## KAYNAKLAR

1. Kitabatake A, Inoue M, Aaso M, et al. Noninvasive evaluation of pulmonary hypertension by pulsed Doppler technique. *Circulation* 1983; 68:302-9.
2. Isobe M, Yazuki Y, Takaku F, et al. Prediction of pulmonary artery pressure in adults by pulsed Doppler echocardiography. *Am J Cardiol* 1986; 57:316-21.

3. Sutton MJ. Textbook of Adult and Pediatric Echocardiography and Doppler. Blackwell Scientific Publication 1989; 212-3.
4. Chan KL, Currie PS, Seward CD, Hagler DJ, Mair DD, Tajik AJ. Comparison of three Doppler ultrasound methods in the prediction of pulmonary artery pressure. J Am Coll Cardiol 1987;9:549-54.
5. Naqada NC, Graniac N, Robinson TH, Shah PM. Echocardiographic evaluation of pulmonary hypertension. Circulation 1979; 50:575-81.
6. Stevenson JG, Kawabori I, Guutheorth WG. Noninvasive estimation of peak pulmonary artery pressure by M-mode echocardiography. J Am Coll Cardiol 1984; 4:1021-25.
7. Göksel S, Gürkaynak F. CW Doppler ve renkli Doppler ekokardiyografi ile sağ ventrikül basıncının "Non-invasive" olarak tayini. VII. Ulusal Kardiyoloji Kongresi 26-30 Mayıs 1990, İzmir.
8. Yoek PG, Pop VC. Noninvasive estimation of right ventricular systolic pressure by Doppler ultrasound on patients with tricuspid regurgitation. Circulation 1984; 4:1021-25.
9. Currie PS, Jeward JB, Chan KL. Continuous wave Doppler determination of right ventricular pressure, as simultaneous Doppler catheterization study in 127 pulmonary hypertension. J Am Coll Cardiol 1985; 6:750-6.
10. Sancaktar O, Okay T, Kazazoğlu AR, Özdemir M. Pulsed Doppler ekokardiyografi ile saptanan pulmoner-sistemik basınç oranı kullanılarak pulmoner arter basıncının belirlenmesi. VII. Ulusal Kardiyoloji Kongresi 26-30 Mayıs 1990, İzmir.
11. Dabestani A, Mahaan G, Gardin JM, Takenaka K, Alifie A. Evaluation of pulmonary artery pressure and resistance by pulsed Doppler echocardiography. Am J Cardiol 1987; 59:662-68.
12. Kosturakis D, Goldberg SJ, Allen HD, Loeber C. Doppler prediction of pulmonary arterial hypertension in congenital heart diseases. Am J Cardiol 1984; 53:1110-15.
13. Bauman W, Wannt S, Childress R, Weyman AE, Fiegenbaum G, Dillon J. Mid-systolic notching of the pulmonary valve in the absence of pulmonary hypertension. Am J Cardiol 1979; 43:1049-54.
14. Okamoto M, Miyatake K, Kinoshito N, Sakakibara H, Nimura Y. Analysis of blood flow in pulmonary hypertension with pulsed Doppler flowmeter combined with cross-sectional echocardiography. Br Heart J 1984; 51:407-15.
15. Mc Goon MD, Fuster V, Fresman WK, Edwards DW. Cardiology Fundamentals and Practice. Pulmonary hypertension. Mosby Year Book Inc. 1991 ; volume 2: 2051 -68.
16. Marchandise D, De Druyne D, Delanois L, Kremer R. Noninvasive prediction of pulmonary hypertension in COPD by Doppler echocardiography. Chest 1987; 91:361 -65.
17. Graettineger WF, Greene ER, Volvey WF. Doppler prediction of pulmonary artery pressure flow and resistance in adults. Am Heart J 1987; 113:1426-36.
18. Paradis IP, Ross J, Mints GS. Effects of sampling site on assessment of pulmonary artery blood flow by Doppler echocardiography. Am J Cardiol 1986; 58:145-7.
19. Martin Duran R, Leuman M, Tuyede A, et al. Comparison of Doppler determined elevated pulmonary arterial pressure with pressure measured at cardiac catheterization. Am J Cardiol 1986; 57:859-66.
20. Hatle L, Angelsen B. Doppler Ultrasound in Cardiology; Physical Principles and Clinical Application. Philadelphia: Lea and Febiger 1985; 162:257-64.
21. Miguères M, Roger E, Cosa F, Didier A, Kremf M. Pulsed Doppler echocardiography in the diagnosis of the pulmonary hypertension in COPD. Chest 1990; 98:280-85.
22. Jiang L, Stewart WJ, King ME, Weyman AE. An improved method for estimation of pulmonary artery pressure using Doppler velocity time intervals. J Am Coll Cardiol 1984; (Abstr):613.