

KORONER ARTER HASTALIKLARINDA SOL VENTRİKÜL SİSTOL SONU BASINÇ-VOLÜM ORANININ SEGMENTER KONTRAKSİYON BOZUKLUKLARI İLE İLİŞKİSİ

Olcaý Sağkan*

Yalçın Sözütek**

Sol ventrikül sistolik fonksiyonlarının değerlendirilmesinde kullanılan ejeksiyon faz indeksleri, ventrikülün kontraktibilitesi kadar preload ve afterloaddan da etkilenmektedir.

Son yıllarda üzerinde durulan ve üçüncü bir indeks olarak kabul edilen sol ventrikülün sistol sonu basınç-sistol sonu volüm oranı miyokardın kontraktil durumunu aydınlatmada en önemli indekslerden biridir. Çünkü bu indeks, ejeksiyon faz indekslerinden farklı olarak preload ve afterloaddan etkilenmemektedir (2,7,10,11,12,13,17,18,22,23, 24).

Grossman ve ark. (7), sol ventrikül kontraksiyonu zayıf olan bireylerde, ventrikül kontraksiyonu normal olanlara nazaran sistol sonu basınç-sistol sonu volüm oranını gösteren eğrinin sağa doğru yöneldiğini ve bu eğrinin miyokardın kontraksiyonunu değerlendirmede önemli olduğunu vurgulamışlardır. Birçok yazarlar çalışmalarında sistol sonu basınç yerine saptanması daha kolay olan sistolik pik basıncı, sistol sonu volüm yerine ise sistol sonu çap değerini kullanmaktadırlar (1,10,11,14,16,18,22,24).

Daha önceki bir çalışmamızda, sol ventrikül duvarında yersel hareket bozukluğu olmayan ve olan koroner arter hastalarında, sol ventrikül kontraksiyonunun değerlendirilmesinde, sistol sonu veya sistolik pik basınç-sistol sonu volüm oranının, ejeksiyon fraksiyonundan daha önemli olduğunu saptamıştık (19).

Bu çalışmada, koroner arter hastalarında sol ventrikülün anormal kontraksiyon (akinetik veya diskinetik) yapan segment boyutunun yüzdesi ile sistol sonu basınç veya sistolik pik basınç-sistol sonu volüm oranları arasındaki ilişkiyi araştırdık.

* Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı Profesörü

** Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi Kardiyoloji Kliniği Şefi.

MATERYEL VE METOD

Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi Kardiyoloji Kliniğine koroner arter hastalığı tanı veya şüphesi ile yatan hastalara Sones tekniği ile selektif koroner anjiyografi, sol ventrikülografi ve sol kalp kateterizasyonu yapıldı. Bu hasta grubundan çalışmaya, koronerleri normal saptanan 8 olgu ile sol ventrikül duvarında anormal kontraksiyon gösteren 28 koroner arter hastası alındı.

Araştırmaya giren olguların son bir hafta içinde pozitif veya negatif inotropik etkili ilaç almamalarına özen gösterildi. Tüm olgular sinüs ritminde olup mitral kaçak göstermiyordu.

Sistol sonu basınç (SSB) olarak, bazı araştırmacıların saptanması daha kolay olduğu için kullandıkları sol ventrikül ejeksiyonunun tamamlandığı zamana uyan aort kapaklarının kapandığı dikrotik çentikteki basınç alındı (7,13).

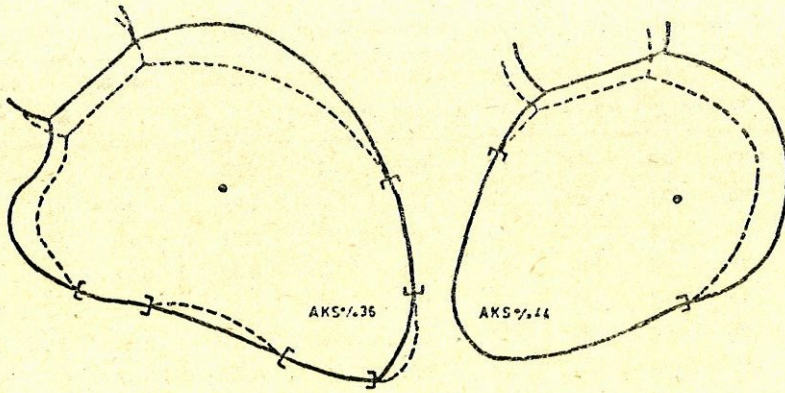
Sol ventrikül volüm ölçümleri Dodge ve ark. (3,4), Gren ve ark. (6) belirttiği «Area-length» yöntemi ile sineanjiyografilerden hesaplandı. Bulunan sistol sonu ve diyastol sonu volümleri (SSV ve DSV) vücut yüzeyine bölünerek düzeltildi. Ejeksiyon fraksiyonu (EF), atım volümünün diyastol sonu volüme oranından bulundu.

Anormal kontraksiyon yapan segment yüzdesi (AKŞ %), Feild'in (5) yöntemi kullanılarak saptandı. Biplan çekilen sol ventrikül anjiyosunda görüntülerin çizileceği kâğıdın alt kenarı sineanjiyografi frame'ine paralel tutulup röntgen ışını hüzmelerinin orta yeri kâğıdın üzerine işaretlendikten sonra sağ ve sol ön-oblik projeksiyonlarda, ventrikülün sistol sonu ve diyastol sonu çeperleri çakıştırılarak bulunan anormal kontraksiyon yapan segment veya segmentlerin boyutları, ventrikülün diyastol sonu tüm çeper boyutuna oranlandı (Şekil 1).

$$\text{AKŞ \%} = \frac{\text{Diyastol sonundaki akinetik veya diskinetik boyut}}{\text{Diyastol sonu tüm çeper boyutu}}$$

Boyutların ölçümünde «curvimetre» aygıtı kullanıldı.

Çalışmaya alınan 8 normal, 28 koroner arter hastasında bulunan sistolik pik basınç (SPB) veya sistol sonu basıncın sistol sonu volüme oranları (SPB/SSV, SSB/SSV) ve ejeksiyon fraksiyonu değerleri, anormal kontraksiyon yapan segment yüzdesi ile istatistiki karşılaştırılarak aralarındaki korrelasyon araştırıldı.



Şekil 1. Feild'in yöntemine göre, anormal kontraksiyon yapan segment yüzdesinin (AKS %) hesaplanmasını göstermektedir. Düz çizgi diyastolu, kesik çizgi sistolu göstermektedir. (Circulation 46 : 679, 1972).

Normal gruptaki gözlemlerin normal dağılımına uyması koşulu altında bu grupta % 99 istatistiki güvenle SPB/SSV, SSB/SSV oranlarının ve EF'un en üst ve en alt değerleri hesaplandı.

BULGULAR

Tablo 1'de 8 normal, Tablo II'de sol ventrikül duvarında yersel duvar bozukluğu bulunan 28 koroner kalp hastasına ait tanıtıcı bilgiler toplu halde sunulmaktadır.

Tablo 1. Normal olguların verileri.

Olgu	Yaş	DSV (cm ³ /m ²)	SSV (cm ³ /m ²)	EF (%)	SPB (mmHg)	SSB (mmHg)	SPB/SSV	SSB/SSV
1. FG	35	79	18	0.76	145	95	8	5.3
2. AU	40	56	20	0.64	157	110	7.8	5.5
3. HC	36	52	15	0.70	120	70	9	4.6
4. KÇ	50	54	18	0.73	117	86	6.5	4.7
5. AK	45	50	14	0.71	122	73	8.7	5.2
6. MŞ	53	54	12	0.77	118	91	9.8	7.6
7. AÖ	48	68	14	0.77	126	103	9	7.4
8. ZA	36	58	19	0.69	127	106	6.8	5.5

DSV : Diyastol sonu volüm; SSV : sistol sonu volüm; EF : ejeksiyon fraksiyonu;
SPB : sistolik pik basınç; SSB : sistol sonu basınç.

Tablo II. Hasta olguların verileri

Olgu	DSV		SSV	EF	SPB	SSB	SPB/SSV	SSB/SSV	AKS %		
	Yaş (cm ³ /m ²)	(cm ³ /m ²)	(%)	(mmHg)	(mmHg)				Sağ	Sol	Ort.
1. İH	57	79	66	16	182	82	2.75	1.24	38	43	31
2. MA	45	131	89	32	115	102	1.34	1.15	41	40	41
3. NA	53	81	23	65	153	127	5.64	4.50	13	14	14
4. HS	47	178	116	35	105	83	0.90	0.71	30	37	34
5. AT	44	123	58	53	107	86	1.84	1.48	30	20	25
6. HAY	48	100	62	37	141	124	2.27	2.00	34	22	28
7. SO	50	189	155	17	113	89	0.73	0.57	34	30	32
8. MÇ	42	84	33	54	140	112	3.68	2.94	13	10	12
9. YA	46	86	70	19	116	111	1.65	1.58	33	24	29
10. HA	48	117	70	40	105	92	1.50	1.31	15	44	30
11. VE	31	90	39	56	139	84	3.56	2.15	13	20	17
12. RA	45	102	86	16	98	62	1.39	0.73	28	33	36
13. İO	36	122	72	41	94	70	1.30	0.97	23	32	28
14. Eİ	46	284	211	20	118	81	0.55	0.38	47	33	40
15. FY	43	259	217	16	130	89	0.60	0.41	31	25	28
16. MG	48	88	37	57	153	132	4.13	3.56	0	14	7
17. VT	47	138	91	34	112	91	1.23	1.00	34	44	39
18. BB	55	127	70	45	108	92	1.55	1.30	13	11	12
19. MK	60	137	90	34	100	85	1.10	0.90	31	32	32
20. HK	49	130	100	23	129	94	1.29	0.94	40	15	28
21. AD	59	195	112	42	142	106	1.26	0.94	21	25	23
22. FK	64	293	128	56	138	95	1.00	0.70	25	27	26
23. HK	52	58	37	36	133	97	3.50	2.60	17	11	14
24. NT	47	158	115	27	126	97	1.00	0.80	43	0	22
25. MAÖ	55	91	58	36	96	67	1.65	1.10	31	45	38
26. İA	50	270	197	27	102	80	0.50	0.40	12	34	23
27. ŞA	50	167	95	43	136	95	1.43	1.00	25	0	13
28. MZS	49	301	198	34	111	104	0.56	0.52	42	42	42

AKS % : Anormal Kontraksiyon yapan segment yüzdesi; sağ ve sol : ön-oblik projeksiyonlar.

Normal olguların tümü erkek yaş ortalaması 50 ± 2 ; koroner hastaların 27'si erkek 1'i kadın, yaş ortalamaları 48 ± 7 'dir.

Tablo III'de normal ve koroner arter hastalarda saptanan ejeksiyon fraksiyonu, sol ventrikül sistolik pik basınç-sistol sonu völüm ile

sistol sonu basınç-sistol sonu volüm oranları değerlerinin ortalaması, ve standart hataları belirtilmektedir.

Ejeksiyon fraksiyonu : Normallerde $0,72 \pm 0,1$, koroner arter hastalarında $0,36 \pm 0,1$ idi. Ejeksiyon fraksiyonunun normal şartlara uyma koşulu ile en üst değeri 0.81, en alt değeri 0.63 bulundu. Normal ile hasta grup arasında anlamlı bir fark ($p < 0,001$) saptandı.

Tablo III. Olgulardan elde edilen verilerin ortalamaları ve istatistiki değerlendirilmesi.

	Olgu verilerinin ortalamaları ve standart hataları		Ortalamalar arası farkın önem kontrolü
	Normal (8)	Koroner kalp hastası (28)	P
EF	0.72 ± 0.1	0.36 ± 0.1	< 0.001
SPB/SSV	8.07 ± 1.0	1.78 ± 1.2	< 0.001
SSB/SSV	5.70 ± 1.1	1.35 ± 0.9	< 0.001

Sistolik pik basıncın-sistol sonu volüme oranı : Normallerde 8.07 ± 1.1 hasta grupta 1.78 ± 1.2 olup her iki grup arasında anlamlı bir fark ($p < 0.001$) görüldü. Normallerde, bu oranın en üst değeri 10.2, en alt değeri ise 5.8 olarak bulundu.

Sistol sonu basıncın-sistol sonu volüme oranı : Normallerde 5.7 ± 1.1 , koroner damar hastalarında 1.35 ± 0.9 idi. Her iki grup arasında yine anlamlı bir fark ($p < 0.001$) vardı. Normal şartlara uyma koşulu ile en üst değer 8, en alt değer 3.4 bulundu.

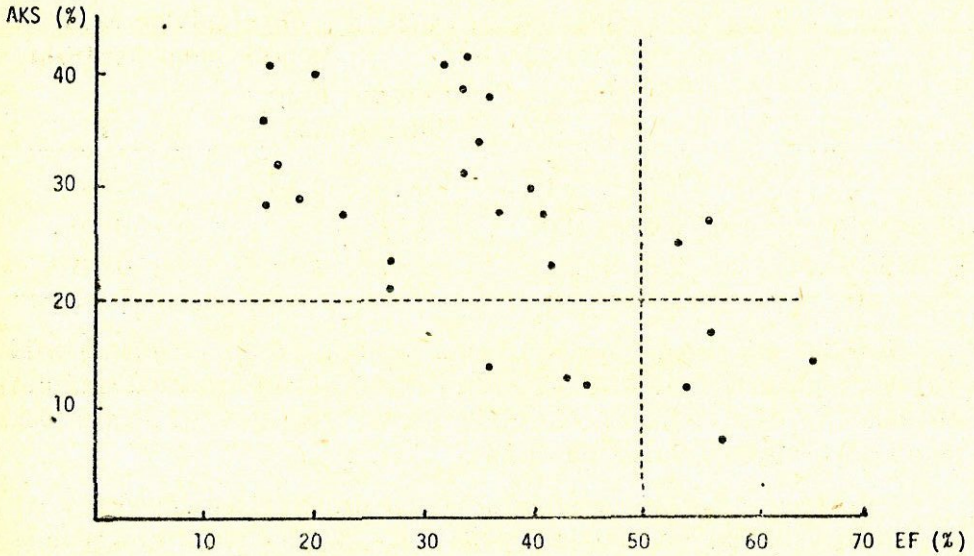
Anormal kontraksiyon yapan segment yüzdesi ile EF, SPB/SSV ve SSB/SSV oranları arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark ($p_1 < 0.001$; $p_2 < 0.001$; $p_3 < 0.001$) bulunduğu saptandı (Tablo IV).

Olguların dissinerjik segment yüzdeleri ile ejeksiyon fraksiyonu incelendiğinde, ejeksiyon fraksiyonu % 50'den az olan 19 (% 68) olguda dissinerjik boyut % 20'den fazla, 3 (% 11) olguda ise bu segment yüzdesinin % 20'nin altında olduğu görüldü (Şekil 2).

Dissinerjik segment yüzdesinin sistolik pik basınç-volüm incelenmesinde, sistolik pik basınç-volüm oranı 3'ün altında olan 21 (% 75) olguda dissinerjik segment % 20'nin üzerinde, 2 (% 7) olguda ise % 20'nin altında bulundu (Şekil 3).

Tablo IV : Koroner arter hastalarında dissinerjik segment yüzdesi (AKS %) ile EF, SPB/SSV ve SSB/SSV arasındaki ilişki

DISSİNERJİK SEGMENT (AKS %)		Olgu	t	p
EF	— $0.38 X + 40.21$	28	3.83	< 0.001
SPB/SSV	— $4.70 X + 35.24$	28	3.64	< 0.001
SSB/SSV	— $6.40 X + 35.45$	28	4.05	< 0.001

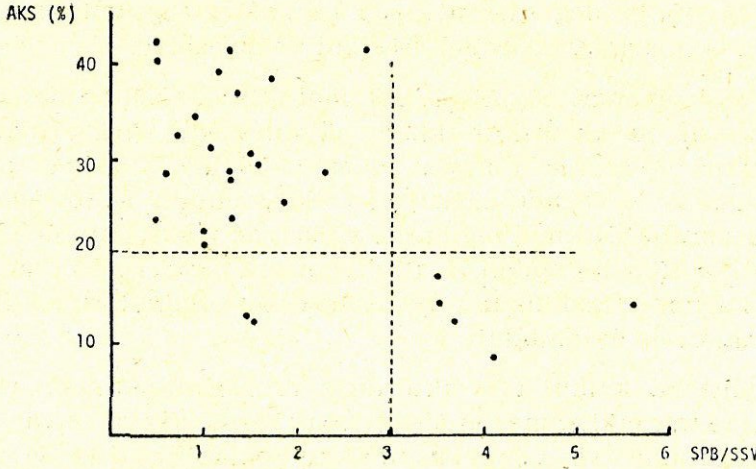


Şekil 2. Hasta olgularda ejeksiyon fraksiyonu (EF) ile anormal kontraksiyon yapan segment yüzdesi (AKS %) arasındaki ilişki.

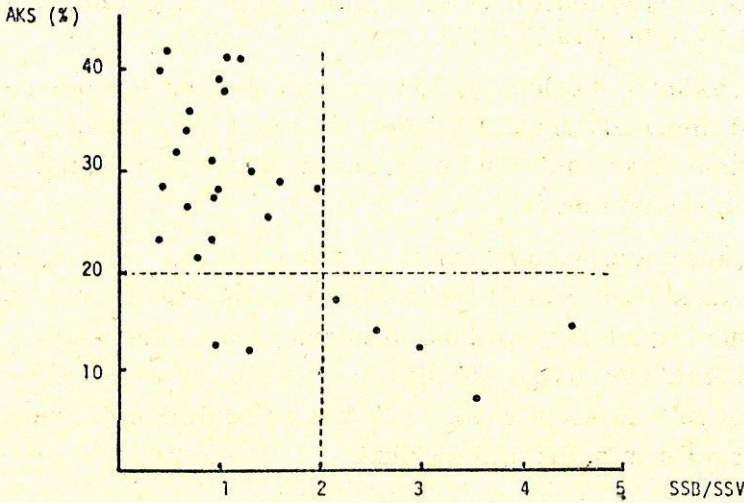
Dissinerjik segment yüzdesinin sistol sonu basınç-volüm oranı incelenmesinde, sistol sonu basınç-volüm oranı 2'nin altında olan 21 (% 75) olguda dissinerjik segment % 20'nin üzerinde 2 (% 7) olguda ise 20'nin altında bulundu (Şekil 4).

TARTIŞMA

Yaklaşık elli yıldan beri koroner kalp hastalarında meydana gelen yersel duvar bozukluklarının, sol ventrikül fonksiyonunu bozduğu ve kalp yetmezliğine neden olduğu bilinmektedir. Daha sonraki yıllarda, sol ventrikül duvarındaki akinetik ve diskinetik segment bo-



Şekil 3. Hasta olgularda sistolik pik basıncın (SPB) sistol sonu volüme (SSV) oranının, anormal kontraksiyon yapan segment yüzdesi (AKS %) ile ilişkisi.



Şekil 4. Hasta olgularda sistol sonu basıncın (SSB) sistol sonu volüme (SSV) oranının, anormal kontraksiyon yapan segment yüzdesi (AKS %) ile ilişkisi.

yutu ile diyastol sonu volüm, diyastol sonu basınç ve ejeksiyon fraksiyonu arasında sıkı bir ilişkinin varolduğu bildirilmiştir (5,8,15,20).

Feild ve ark. (5), ejeksiyon fraksiyonu ve dissinerjik segmentin karşılaştırılması ile diskinetik ve akinetik segmenti % 23 oranında bulunan olguların % 75'inde, ejeksiyon fraksiyonunun % 30 veya al-

tında olduğunu, bu değerden itibaren kalp yetmezliği bulunan ve bulunmayan olguların ayırt edilebileceğini yayınladılar.

Anormal segment boyutu ile sol ventrikül fonksiyon bozukluğunun kantitatif olarak ilişkili olduğu bilinmektedir. Araştırmamızda, sol ventrikül duvarında anormal segment boyutu % 20'nin üstünde olan hastaların % 68'inde ejeksiyon fraksiyonunun % 50'den düşük olduğunu gördük. Normal olgularda ejeksiyon fraksiyonunun en düşük değeri % 63 olduğundan, % 50 den düşük bir değer sol ventrikül fonksiyonlarının bozulduğunu göstermektedir. Bulgularımız Feild'in (5) alışmaları ile uyumludur.

Son yıllarda, kalbin kontraktıl durumunu aydınlatmada, preload ve afterload'tan etkilenmeyen sistol sonu basınç (veya duvar stresi) -sistol sonu volüm (veya çap) oranının kullanılabileceği ve bu oranın, koroner arter hastalarında normal ventrikülü kontraksiyon bozukluğu olan ventrikülden ayırt etmede ejeksiyon fraksiyonundan üstün olduğu çeşitli yayınlarda ve daha önceki bir çalışmamızda bildirildi (7,9,10,11,13,14,16,18,19,20,21,25).

Kaynakların incelenmesinde, koroner arter hastalarında, sol ventrikül anormal segment yüzdesi ile sistol sonu basınç ve sistolik pik basının-sistol sonu volüme oranları arasındaki ilişkiyi araştıran bir yayına rastlanılmadı.

Bu çalışmada; koroner arter hastalarında sol ventriküldeki akinetik ve diskinetik segment yüzdesi ile sistol sonu basınç ve sistolik pik basının-sistol sonu volüme oranlarının istatistiki arşılaştırılmasında anlamlı ($p < 0.001$) bir ilişkinin olduğu, anormal segment yüzdesinin boyutu arttıkça sistolik pik basınç-volüm, sistol sonu basınç-volüm değerlerinin düştüğü görüldü.

Dissinerjik segment yüzdesi % 20'nin üstünde olan hastaların % 75'inde, sistolik pik basınç-volüm oranı 3'ün altında, sistol sonu basınç-volüm oranı ise 2'nin altında bulundu. Bulunan değerler normaldeki değerlerden oldukça düşüktür. Bu, sol ventrikül fonksiyonunun bozuk olduğunu göstermektedir. Diğer yazarların da belirttiği gibi, sistol sonu basınç-volüm oranı yerine, saptanması daha kolay olan sistolik pik basınç-volüm oranı kullanılabilir. Zira her iki oranda benzer sonuçlar bulundu.

Araştırmamızda, sol ventrikül duvarında yersel hareket bozukluğu bulunan koroner damar hastalarında, sistol sonu basınç-volüm veya sistolik pik basınç-volüm oranlarının dissinerjik segment yüzdesini ve ventrikülün kontraktilite bozukluğunu gösterebilecekleri sonucuna varıldı. Bu çalışmamız ile diğer taraftan, sol ventrikülün sistolik fonksiyon bozukluğunu yansıtmada, söz konusu oranların ejeksiyon fraksiyonuna nazaran daha üstün olduğunu gördük.

İleride, kansız yöntemler kullanılarak yapılacak çalışmalarla sistolik pik basınç-sistol sonu volüm oranı ile sol ventrikül sistolik fonksiyonu ve dissinerjik yüzde boyutu hakkında bilgiye varılabileceği kanısındayız.

ÖZET

Bu çalışma 8 normal ile sol ventrikül duvarında yersel kontraksiyon bozukluğu gösteren 28 koroner arter hastasında yapıldı.

Koroner arter hastalarında sistolik pik basınç-sistol sonu volüm (SPB/SSV) sistol sonu basınç-sistol sonu volüm (SSB/SSV) oranları ile ejeksiyon fraksiyonunun (EF) normallere nazaran anlamlı derecede ($P_1 < 0.001$; $P_2 < 0.001$; $P_3 < 0.001$) azaldığı görüldü.

Koroner damar hastalarında, anormal kontraksiyon yapan segment yüzdesi (AKS %) ile SPB/SSV, SSB/SSV ve EF arasında anlamlı ($P_1 < 0.001$; $P_2 < 0.001$; $P_3 < 0.001$) bir ilişkinin varolduğu bulundu.

EF % 50'nin altında olan 19 (% 68) olguda AKS % 'si % 20'nin üstünde, 3 (% 11) olguda ise % 20'nin altında idi. SPB/SSV oranı 3'ün altında ve SSB/SSV oranı 2'nin altında olan 21 (% 75) olguda AKS % 'si % 20'nin üstünde; 2 (% 7) olguda ise % 20'nin altında bulundu. Böylece SPB'ın, SSB yerine kullanılabileceği görüldü.

Çalışmamızda, koroner arter hastalarında SPB/SSV ve SSB/SSV oranları ile sol ventrikül kontraktilite bozukluğu ve AKS % 'nin saptanabileceği sonucuna varıldı.

SUMMARY

The ratio of end-systolic pressure to end-systolic volume : The relationship of this ratio with the length of the abnormally contracting segments in patients with coronary artery disease

Eight normal and 28 patients with coronary artery disease presenting abnormal left ventricular contraction were studied.

It was found that systolic peak pressure to end-systolic volume (SPP/ESV) and end-systolic pressure to end-systolic volume (ESP/

ESV) ratios and ejection fraction (EF) decreased significantly in patients with coronary artery disease when compared with the normals ($P_1 < 0.001$; $P_2 < 0.001$; $P_3 < 0.001$) respectively.

In the coronary artery patients the percent of abnormally contracting segments (ACS %) was compared statistically with SPP/ESV and ESP/ESV ratios and EF. Results were statistically significant ($P_1 < 0.001$; $P_2 < 0.001$; $P_3 < 0.001$).

In 19 (% 68) patients showing EF less than 0.50, ACS % was above 20 % and in 3 (11 %) patients it was less than 20 %. In 21 (75 %) patients when the SPP/ESV ratio was less than 3 and the ESP/ESV ratio was less than 2 the ACS % was above 20 %; and in 2 (7 %) patients was below 20 %. This showed that SPP may be used instead of ESP.

It is estimated that in patients with coronary artery disease SPP/ESV and ESP/ESV ratios are helpful in the estimation of the ACS % and by the way the impairment of the left ventricular contractility.

KAYNAKLAR

1. Borow M.K., Alexander N., Wynne J. : Sensitivity of end-systolic pressure volume relations to the inotropic state in humans. *Circulation* 65 : 988, 1982.
2. Carebello B., Spann J.F. : The uses and limitations of end-systolic indexes of left ventricular function. *Circulation* 65 : 1059, 1984.
3. Dodge H.T., Sandler H., Ballew D.W. ve ark. : The use of biplane angiocardiology for the measurement of left ventricular volume in man. *Amer. Heart J.* 60 : 762, 1960.
4. Dodge H.T., Sandler H., Baxley W.A. ve ark. : Usefulness and limitations of radiographic methods for determining left ventricular volume. *Amer. J. Cardiol.* 18 : 10, 1986.
5. Field B.J., Russel R.O. Jr., Dowling J.T. ve ark. : Regional left ventricular performance in the year following myocardial infarction. *Circulation* 46 : 679, 1972.
6. Greene G.D., Carlisle R., Grant C. ve ark. : Estimation of left ventricular volume by one plane cineangiography. *Circulation* 35 : 61, 1967.

7. Grossman W., Eugene B., Mann T. ve ark. : Contractile state of left ventricle in man as evaluated from-systolic pressure-volume relations. *Circulation* 56 : 845, 1977.
8. Harmen M.V., Heinle R.A., Klein M.D. ve ark. : Localized disorders in myocardial contraction, *New Eng. J. Med.* 277 : 222, 1967.
9. Holt J.P. : Regulation of the degree of emptying of the left ventricle by the force of ventricular contraction. *Circ. Res.* 5 : 281, 1957.
10. Iskandrian S.A., Hakki H., Bemis E.C. ve ark. : Left ventricular end-systolic pressure-volume relation. A combined radionuclide and hemodynamic study. *Amer. J. Cardiol.* 51 : 1057, 1983.
11. Mahler F., Cowell J.W., Ross J. Jr. : Systolic pressure-diameter relations in the normal conscious dog. *Cardiovasc. Res.* 9 : 447, 1975.
12. Mahler F., Ross J. Jr., O'Rourke R.A. ve ark. : Effects of changes in preload, afterload and inotropic state on ejection and isovolumic phase measures of contractility in the conscious dog. *Amer. J. Cardiol.* 35 : 626, 1975.
13. Mehmel H., Stockins B., Ruffmann K. ve ark. : Linearity of the end-systolic pressure-volume relationship in man and its sensitivity for assessment of left ventricular function. *Circulation* 63 : 1216, 1981.
14. Nivatpumin T., Katz S., Scheuzer J. : Peak left ventricular systolic pressure end-systolic volume ratio. Sensitive detector of left ventricular disease. *Amer. J. Cardiol.* 43 : 969, 1979.
15. Pairolero P.C., Hallerman F.J., Ellis F.H. : The left ventriculogram in experimental myocardial infarction. *Radiology* 95 : 331, 1970.
16. Sagawa K. : The end-systolic pressure-volume relation of ventricle : Definition, modifications and clinical use. *Circulation* 63 : 1223, 1981.
17. Suga H., Sagawa K., Shoukas A.A. : Load independence of the instantaneous pressure-volume ratio of the canine left ventricle and effects of epinephrine and heart rate on the ratio. *Circ. Res.* 32 : 314, 1973.
18. Sagawa K., Suga H., Shoukas A.A. ve ark. : End-systolic pressure volume ratio : A new index of ventricular contractility. *Amer. J. Cardiol.* 40 : 748, 1977.
19. Sağkan O. : Koroner damar hastalarında sol ventrikül sistol sonu basıncın sistol sonu volüme oranı. Ejeksiyon fraksiyonu ile bu oranların bağlantısı A.Ü. Tıp Fak. Mec. 35 : 25, 1982.
20. Sözütek Y. : Ekokardiyografik olarak mitral kapağı hareketlerinin koroner damar hastalıklarındaki yeri (Doçentlik Tezi). Ankara 1978.

21. Slutsky R., Karlier J., Gerber K. ve ark. : Peak systolic blood pressure end-systolic volume ratio : Assessment at rest and during exercise in normal subjects and patients with coronary heart disease Amer. J. Cardiol. 46 : 813, 1980.
22. Suga H., Sagawa K. : Instantaneous pressure-volume relationships and their ratio in the excised, supported canine left ventricle. Circ. Res. 35 : 117, 1974.
23. Suga H., Sagawa K., Kostiuik D. : Control of ventricular contractility assessed by the pressure-volume ratio. Cardiovasc. Res. 10 : 582, 1976.
24. Suga H., Yamakoshi K. : Effects of stroke volume and velocity of ejection on end-systolic pressure of canine left ventricle. Circ. Res. 40 : 445, 1977.
25. Taylor R.R. : Active length-tension relations compared in isometric afterload and isotonic contractions of cat papillary muscle : Their dependence on inotropic state. Circ. Res. 26 : 279, 1970.