

高血壓性 心筋肥大症 患者에서 左心室의 收縮 및 弛緩機能과 Nitroprusside投與에 대한 反應*

全南大學校 醫科大學 內科學教室
丁明鎬 · 趙廷琯 · 朴鍾春 · 姜貞塚

圓光大學校 醫科大學 內科學教室
朴 玉 圭

= Abstract =

Contractile and Relaxing Functions of the Left Ventricle and Its Responses to Nitroprusside in Hypertensive Hypertrophic Heart Disease

Myung Ho Jeong, M.D., Jeong Gwan Cho, M.D.,
Jong Chun Park, M.D. and Jung Chae Kang, M.D.

Department of Internal Medicine, Chonnam University Medical School

Ock Kyu Park, M.D.

Department of Internal Medicine, Wonkwang University, School of Medicine

Two facets of the ventricular function, systolic contractile and diastolic relaxing functions, cooperate in pumping the adequate blood volumes to suffice bodily demands. In some hypertensive patients with marked left ventricular hypertrophy, the intact systolic function of the ventricle associated with clinical symptom of congestive heart failure(CHF), which is considered to be a consequence of diastolic dysfunction.

In this study 10 hypertensive patients(group A) complaining of exertional dyspnea or chest pain with increased left ventricular mass index and normal systolic function and 6 normotensive controls (group B) were examined by cardiac catheterization and echocardiography to assess the left ventricular systolic and diastolic functions and ventricular responses to constant infusion of nitroprusside. Various systolic and diastolic function indices were measured by cardiac catheterization and echocardiography.

1) The ejection fraction(EF), fractional fiber shortening, mean velocity of circumferential fiber shortening, left ventricular(LV) peak $+dp/dt$, change of slope of LV peak systolic pressure-volume and pressure-dimension relations in group A were not different from those of group B in the resting states.

*본 논문의 요지는 1988년도 대한순환기학회 추계학술대회 석상에서 구연 발표하였음.

2) Diastolic dysfunction was evidenced by prolonged A_2D time, decreased OR slope, decreased peak negative dp/dt and increased diastolic time constant 'T' in group A.

3) Cardiac index by thermodilution method was negatively related to left ventricular mass index (LVMI) measured by echocardiography, whereas time constant T was positively related to LVMI.

4) With constant infusion of nitroprusside, LV systolic pressure, LV end-diastolic pressure and pulmonary arterial pressure were decreased, and left ventricular end-systolic stress and stroke work index(SWI) derived from left ventricular pressure-volume loop area were decreased, EF was increased, but time constant T was prolonged and cardiac output(CO) by thermodilution method was decreased in group A.

5) In group B, with constant infusion of nitroprusside, EF, SWI and CO were practically unaffected and time constant T was not prolonged significantly.

These results suggest that patients with hypertensive hypertrophic left ventricle is associated with diastolic dysfunction, which could further be exacerbated by a vasodilator such as nitroprusside.

KEY WORDS : Hypertension · LV function · Nitroprusside.

緒 論

장기간 지속된 고혈압은 左心室의 肥厚, 擴張, 收縮 및 弛緩機能의 이상을 초래할 수 있으며¹⁻⁹⁾, 冠狀動脈硬化症을 일으키는 위험요인으로도 작용하여 左心室機能의 악화 및 左心室의 肥厚가 더욱 증가할 수 있다고 알려져 있다¹⁰⁾.

高血壓性 心臟病은 左心室筋質量的 증가 및 左心室의 擴張과 함께 左心室의 驅血率이나 心筋收縮力이 감소된 상태로 알려져 왔으나¹¹⁾, 근래에는 高血壓과 동반된 또는 高血壓이 없이 左心室肥大가 있는 예에서 左心室의 收縮機能은 정상이면서도 弛緩機能의 이상에 의한 鬱血性 心不全症이 발생할 수 있음이 알려지고 있다¹²⁾⁻¹⁴⁾. 이러한 弛緩機能의 이상이 주된 病態生理學的 變化를 일으킨 예에서는 증가된 後負荷를 감소시키는데 유용한 血管擴張劑나 心筋收縮力を 증가시키는 變力性劑의 사용이 臨床狀을 악화시킬 수 있다는 보고가 있었으나¹⁵⁾, 그 악화되는 이유에 대한 설명은 아직은 부족한 상태이며 구체적인 근거가 제시된 바 없다. 지금까지는 高血壓性 左心室肥大가 심한 예에서 治療前後의 안정상태에서 非觀血的方法으로 左心室機能을 관찰한 보고가 있을 뿐이다^{16,17)}. 저자는 高血壓性 心筋肥大症의 心筋收

縮力과 收縮期 및 弛緩期 左心室機能을 觀血의 方法으로 평가하고 血管擴張劑투여후 血力學的 反應을 心導子法에 의해 직접 관찰함으로써 高血壓性 左心室肥大症 患者에서 血管擴張劑 單獨投與에 의한 臨床狀의 악화유무와 악화된다면 그 악화되는 機轉과 또 特定藥物에 대한 개별 患者의 血力學的 反應을 예측하는데 도움이 되는 소견을 얻을 수 있을 것으로 생각하고 收縮機能이 정상이고 弛緩機能은 저하되어 있으며 冠狀動脈疾患이 없고 左心室肥大가 동반된 高血壓性 心臟病患者과 正常對照群에서 左心室 心超音波圖, 左心室壓力과 左心室壓力의 變化速度曲線(dp/dt)을 동시에 기록하여 左心室의 收縮 및 弛緩機能을 평가하고 血管擴張劑인 nitroprusside를 투여한 후의 血力學的 反應을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

觀察對象 및 方法

觀察對象

全南大學校 病院 循環器內科에 來院한 高血壓患者중 呼吸困難(8例) 혹은 胸痛(2例)을 呼訴하고 心電圖檢査에서 左心室肥大의 소견(左心室肥大 및 strain 樣相 8例, ST節의 變化가 없는 左心室肥大 2例)을 보이고 眼底檢査에서 高血壓性 網膜症(KW I 2,

KWII 5, KWIII 3例)을 보이며, 左心室心超音波圖 檢査에서 左心室驅血率이 50% 이상이고 弛緩期末 心室中隔과 左心室後壁의 두께가 모두 1.2cm 이상이며 左心室筋質量이 증가된 10例(A 群)를 대상으로 하였다. 이들 중 左心室壁의 運動失調(dyskinesia)를 보인 例는 없었고 8例는 정상 冠狀動脈造影像을 보였으며 2例에서는 冠狀動脈造影術을 시행하지 않았다.

非典型的인 胸痛을 呼訴하며, 心電圖, 運動負荷心電圖, 心超音波圖 및 心導子檢査에서 이상소견이 없는 6例를 正常對照群(B 群)으로 하였다.

A群은 남자 6例, 여자 4例이었으며, 연령은 $46.6 \pm 2.5(m \pm SE)$ 세이었으며, ASE(American Society of Echocardiography)方法¹⁸⁾에 의한 左心室筋質量指數

(left ventricular mass index : LVMI)는 $219.2 \pm 19.6 g/m^2$ 이었으며, 大動脈壓은 收縮期壓 $184.6 \pm 5.4 mmHg$, 弛緩期壓 $102.6 \pm 4.1 mmHg$, 平均壓 $132.3 \pm 5.1 mmHg$, 左心室內壓은 收縮期壓 $188.2 \pm 2.8 mmHg$, 弛緩期末壓 $16.5 \pm 1.0 mmHg$, 肺動脈平均壓은 $18.1 \pm 1.3 mmHg$ 이었다.

B群은 남자 4例, 여자 2例이었으며, 年齡은 43.3 ± 2.0 세 이었고 LVMI는 $98.5 \pm 6.8 g/m^2$ 이었으며 大動脈壓은 收縮期壓 $115.0 \pm 6.7 mmHg$, 弛緩期壓 $70.8 \pm 6.4 mmHg$, 平均壓 $91.8 \pm 5.3 mmHg$, 左心室內壓은 收縮期壓 $115.8 \pm 5.9 mmHg$, 弛緩期末壓 $8.8 \pm 0.8 mmHg$, 肺動脈 平均壓은 $12.5 \pm 0.6 mmHg$ 이었다(Table 1).

Table 1. Characteristics of the studied subjects

Group	Case No	Age (years)	Sex	NYHA	Fundi (KW)	EKG	LVMI (g/m ³)	AoP (mmHg) (S/D/m)	LVP (mmHg) (S/ed)
A	1	37	F	III	II	LVH + St	200.6	195/135/155	210/21
	2	49	F	II	III	LVH + St	383.7	205/100/130	212/16
	3	57	M	II	II	LVH	178.4	180/ 90/140	180/10
	4	58	M	II	II	LVH + St	200.6	170/ 90/110	185/18
	5	39	M	II	III	LVH + St	235.0	205/110/150	210/18
	6	42	M	II	II	LVH + St	176.5	180/110/150	180/15
	7	53	M	II	II	LVH + St	266.0	170/ 90/120	170/12
	8	47	F	I	I	LVH	196.1	190/110/155	185/17
	9	60	F	III	III	LVH + St	198.1	201/101/138	200/18
	10	52	M	I	I	LVH + St	157.6	150/ 90/110	150/20
	mean	49.6					219.2	184.6/102.6/132.3	188.2/16.5
	± SE	± 2.5					± 19.6	± 5.4 ± 4.1/± 5.1	± 2.8/± 1.0
B	1	34	M		N	WNL	94.9	110/ 75/ 92	115/ 8
	2	50	M		N	WNL	105.1	120/ 80/104	120/12
	3	48	M		N	WNL	66.1	90/ 55/ 70	95/ 6
	4	36	M		N	WNL	120.7	145/ 85/105	135/10
	5	42	F		N	WNL	97.7	115/ 70/100	100 5
	6	49	F		N	WNL	106.4	110/ 60/ 80	130/12
	mean	43.3					98.5	115.0/70.8/91.8	115.8/8.8
	± SE	± 2.0					± 6.8	± 6.7 ± 6.4/± 5.3	± 5.9/± 0.8

ABBR. NYHA : New York Heart Association functional classification, KW : Keith-Wagener classification of hypertensive retinopathy, LVH : left ventricular hypertrophy, St : strain, LVMI : left ventricular mass index, AoP : aortic pressure, LVP : left ventricular pressure.

方 法

對象患者의 安靜狀態에서 心導子檢査를 시행하였으며 右心導子は 右大腿靜脈을 Seldinger方法으로 穿刺하여 末端部에 thermister가 부착된 7F Swan-Ganz catheter를 삽입하고 遠位孔은 右肺動脈에 近位孔은 右心房에 위치시켰으며, 左心導子は 右側大腿動脈을 Seldinger方法으로 穿刺하여 8F 動脈穿刺用 introducing sheath를 삽입한 후 pig-tail extension이 된 8F micromanometer-tipped catheter(Millar Mikrotip® catheter pressure transducer, Millar Instrument社)를, 腸骨動脈이 매우 꼬불꼬불하거나 다른 이유로 micromanometer-tipped catheter가 大動脈瓣膜을 통과하지 못한 경우에는 pig-tail catheter를 삽입하여 左心室에 도달하도록 하였다. 左心室의 心超音波圖는 2.25MHz의 probe를 이용하여, 左心室壓力 및 左心室壓力의 微分曲線(dp/dt), 心電圖와 함께 VR-12 simultrace recording system(Honeywell社)를 이용하여 기록지 속도 50~100 mm/sec로 기록하였고, dp/dt 및 時間常數(time constant) T는 기록지속도 150 mm/sec로 기록하여 측정하였다(Fig. 1). 心搏出量은 Swan-Ganz catheter를 통하여 0~5°C의 生理食鹽水 5ml를 Swan-Ganz catheter의 近位孔에 注射한 후 9250 A Cardiac Output Computer(American Edward Laboratory社)를 이용하여 熱稀釋法(thermodilution method)으로 5회 반복측정하여 平均치를 구하였다.

安靜狀態의 左心室壓力 및 dp/dt, 肺動脈壓, 左心室 心超音波圖를 기록하고 心搏出量을 측정한 후, 末

梢靜脈을 통하여 sodium nitroprusside(Roche社)를 infusion pump로 분당 50~100 μ g의 속도로 左心室 收縮期壓을 관찰하였다. Nitro-prusside를 注入한 15분후에 藥劑注入을 계속하면서 다시 前記의 方法으로 左心室壓力 및 dp/dt와 心超音波圖를 동시에 기록하고 心搏出量을 반복측정하였다. 心筋收縮力 및 血力學에 미치는 造影劑의 影響을 배제하기 위하여, 모든 對象患者의 安靜狀態 및 nitroprusside投與중의 血力學的 檢査는 左心室造影術 및 冠狀動脈造影術 전에 시행하였다.

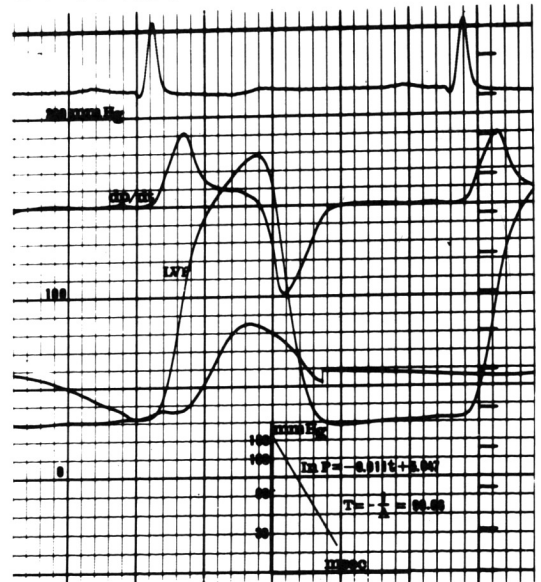
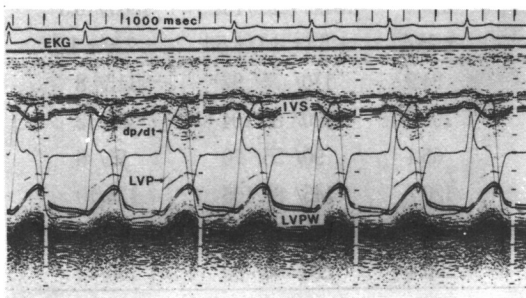
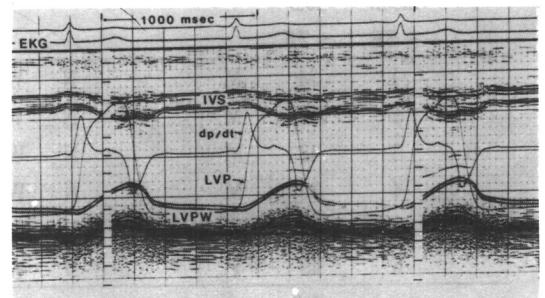


Fig. 2. Time constant of left ventricular isovolumic pressure fall(T) by logarithmic method in a hypertensive subject.



(recording speed 50mm/sec)



(recording speed 150mm/sec with time & pressure lines)

Fig. 1. Simultaneous recording of EKG, M-mode echocardiogram, left ventricular pressure with its first derivative by VR-12 simultrace recording system in a normotensive(LVP: left ventricular pressure, dp/dt: first derivative of LVP, IVS: interventricular septum, LVPW: left ventricular posterior wall).

分析 및 判讀

左心室의 收縮機能은 心超音波圖로 驅血率, 分割短縮率, 平均 圓周短縮速度등을, 心導子法으로 左心室壓力의 最大+dp/dt와 心搏出量을, nitroprusside 投與前後에 心超音波導와 心導子檢査를 동시에 시행하여 左心室内徑에 대한 壓力의 變化기울기, 左心室容積에 대한 壓力의 變化기울기, 左心室壁緊張度에 대한 內徑의 기울기의 變化 및 收縮期作業指數를 관찰하여 평가하였다. 左心室收縮期作業指數는 左心室壓力과 左心室内徑을 computer에 入力시켜 左心室의 壓力-容積 고리(pressure-volume loop)를 구하여 내부면적을 내부면적을 computer에 의해 積分한 후 체표면적으로 나누어 측정하였다.

左心室의 弛緩機能은 等容弛緩時間(A₂D時間)과 大動脈根後壁後退速度(OR기울기)를 心超音波度를 사용하여 측정하고^{5,9)}, 左心室壓力의 最大-dp/dt와 時間常數 T는 心導子檢査를 시행하여 측정하여 평가하였다. 時間常數 T는 $\ln P = At + B$ (P: left ventricular pressure, t: time, A and B: constants)의 公式에 의해 $T = -1/A$ (logarithmic method)로 구하였다.¹⁹⁾ (Fig. 2).

Table 2. Echocardiographically measured indices of systolic and diastolic functions of the left ventricle in hypertensives (group A) and normotensives (group B)

	Group A (mean±SE)	Group B (mean±SE)	P value
LVIDd(cm)	5.4±0.2	5.0±0.2	>0.1
LVIDs(cm)	3.8±0.2	3.3±0.2	>0.1
EF(%)	65.4±3.6	68.2±4.3	>0.1
%FS(%)	33.4±2.6	32.7±2.7	>0.1
mVcf(crc/sec)	1.06±0.24	1.00±0.05	>0.1
A2D time(msec)	104.0±8.5	66.6±3.8	>0.01
OR slope(cm/sec)	2.5±0.3	4.5±0.6	>0.005

Abbr. LVIDd: left ventricular diastolic internal dimension, LVIDs: left ventricular systolic internal dimension, EF: ejection fraction, %FS: fractional fiber shortening, mVcf: mean velocity of circumferential fiber shortening, A2D time: isovolumic relaxation time from the onset of A2 sound to D point of mitral valve echocardiogram, OR slope: slope from O point to R point of aortic root posterior wall echocardiogram

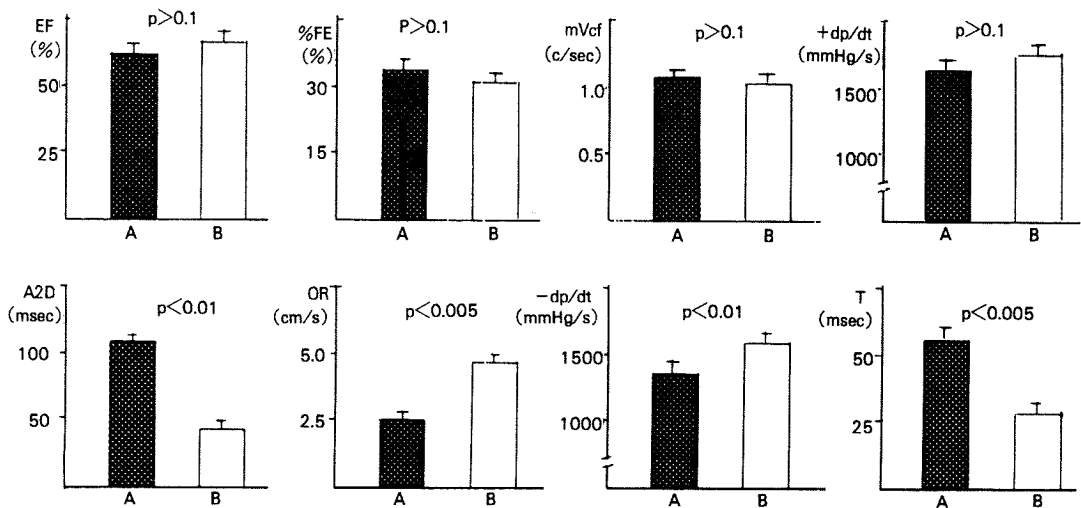


Fig. 3. The left ventricular systolic and diastolic functions in hypertensives (group A) and normotensives (group B).

Abbr. EF: ejection fraction, A2D: isovolumic relaxation time from A2 sound to D point of mitral valve echocardiogram, OR: OR slope of posterior aortic wall motion, dp/dt: first derivative of left ventricular pressure, T: time constant of isovolumic pressure fall, %FS: fractional fiber shortening, mVcf: mean velocity of circumferential fiber shortening.

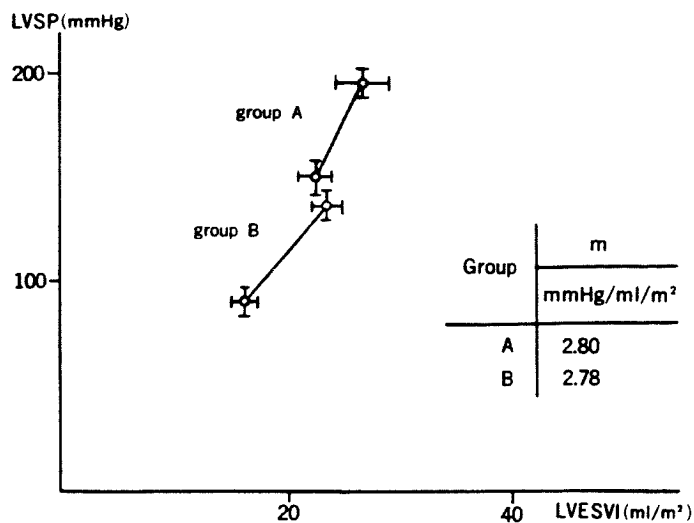


Fig. 4. Left ventricular peak systolic pressure(LVSP) plotted against end-systolic volume index(LVESVI) at two levels of loading before and during constant infusion of nitroprusside for each of hypertensives(group A) and normotensives(group B).

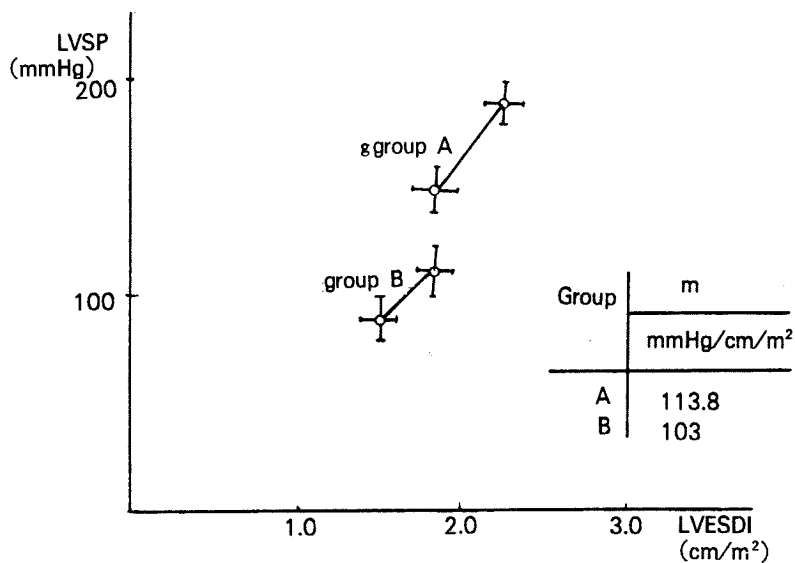


Fig. 5. Left ventricular peak systolic pressure(LVSP) plotted against the left ventricular end-systolic dimension index(LVESDI) at two levels of loading before and during constant infusion of nitroprusside for each of the hypertensives(group A) and normotensives(group B).

Nitroprusside투여후 左心室機能의 변화는 驅血率, 左心室의 最大+dp/dt와 -dp/dt, 時間常數 T, 收縮期作業指數, 心搏出量 등을 관찰하여 평가하였다.

측정결과는 平均值±標準誤差(m±SE)로 표시하

였으며, 兩群의 測定値의 差의 有意性은 'Student t test' 로, nitroprusside投與前과 後의 差異의 檢定은 'paired t test'를 이용하여 p값을 구하였으며 $P < 0.05$ 인 경우를 有意하다고 判定하였다.

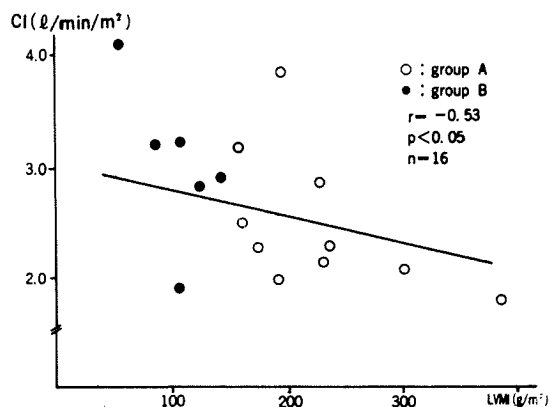


Fig. 6. Cardiac index(CI) measured by thermodilution method is negatively related to the echocardiographically measured left ventricular mass index (LVMI).

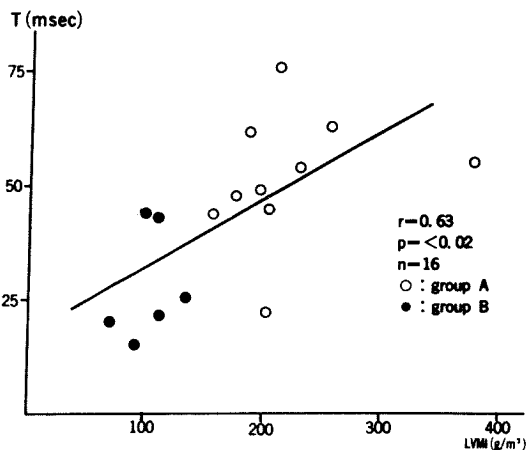


Fig. 7. Time constant of isovolumic pressure fall(T) measured left ventricular mass index(LVMI) before nitroprusside.

Table 3. Hemodynamic responses before and during infusion of nitroprusside

Group	Case No	LVSP(mmHg)		LVEDP(mmHg)		m PAP(mmHg)		SCL(msec)		EF(%)	
		before	during	before	during	before	during	before	during	before	during
A	1	210	150	21	18	19	14	680	850	50.8	66.3
	2	212	160	16	4	17	8	1,500	1,300	68.9	75.8
	3	180	125	10	5	20	12	850	700	56.9	75.9
	4	185	140	18	12	21	12	980	1,100	54.7	59.6
	5	210	140	18	16	20	15	1,050	1,060	50.8	66.3
	6	180	150	15	12	10	9	960	880	54.5	71.9
	7	170	150	12	6	13	11	1,000	1,040	59.2	68.0
	8	185	160	17	13	16	12	720	620	82.2	80.7
	9	200	170	18	8	25	12	900	900	—	—
	10	150	130	20	8	20	18	760	600	79.4	81.3
mean		188.2	147.5	16.5	10.2	18.1	12.3	940	905	63.3	71.8
± SE		± 6.0	± 4.2	± 1.0	± 1.4	± 1.3	± 0.8	± 69.9	± 67.4	± 3.5	± 2.3
		p<0.05		p<0.05		p<0.05		NS		p<0.01	
B	11	115	100	8	5	12	9	950	930	86.6	73.9
	12	120	110	12	8	14	11	750	850	76.1	75.9
	13	95	65	6	5	12	6	1,300	1,000	60.5	70.3
	14	135	120	10	9	15	14	1,000	780	61.2	72.7
	15	100	85	5	4	10	9	1,080	760	68.5	73.2
	16	130	115	12	11	12	10	800	680	68.2	71.3
mean		115	99.2	8.8	7.0	12.5	9.8	980	833	68.2	72.9
± SE		± 5.9	± 2.0	± 0.8	± 0.9	± 0.6	± 0.9	± 74.3	± 43.7	± 4.3	± 0.7
		p<0.05		p<0.05		p<0.05		p<0.05		NS	

Abbr. LVSP : left ventricular systolic pressure, LVEDP : left ventricular enddiastolic pressure, mPAP : mean pulmonary arterial pressure, SCL : spontaneous cardiac cycle length, EF : ejection fraction.

觀 察 成 績

高血壓性 左心室肥大症의 收縮機能 및 心筋收縮力 (Table 2, Fig. 3).

1) 左心室驅血率(ejection fraction : EF)은 A群 65.4±3.6%, B群 68.2±4.3%로서 兩群사이에 유의한 차이는 없었다.

2) 左心室分劃短縮率(fractional fiber shortening : %FS)은 A群 33.4±2.6%, B群 32.7±2.7%로서 兩群사이에 유의한 차는 없었다.

3) 平均 圓周短縮速度(mean velocity of circumfe-

rential fiber shortening : mVcf)는 A群 1.06±0.24 circ/sec, B群 1.00±0.05 circ/sec로서 兩群사이에 유의한 차는 없었다.

4) 心導子法에 의한 左心室壓力の 最大 +dp/dt는 A群 1568±77.2mmHg/sec, B群 1683±92.3mmHg/sec로서 兩群사이에 유의한 차는 없었다.

5) Nitroprusside투여후 左心室收縮期末容積指數(left ventricular end-systolic volume index : LVE-SVI)에 대한 左心室收縮期壓(left ventricular systolic pressure : LVSP)의 變化기울기는 A群 2.80 mmHg/ml/m², B群 2.78mmHg/ml/m²이었으며, 左心室收縮期末內徑指數(left ventricular end-systolic

Table 3. (continued)

Group	Case No	max + dp/dt (mmHg/sec)		max - dp/dt (mmHg/sec)		T (msec)		CO (l/min)		SWI (mmHg.ml/m ²)	
		before	during	before	during	before	during	before	during	before	during
A	1	1100	900	-1320	-1210	21.3	66.2	3.74	2.38	3018	1119
	2	1400	1450	-1450	-840	58.1	81.8	2.98	2.97	12016	5454
	3	1900	1900	-1800	-1950	49.8	76.9	3.85	3.62	4489	3176
	4	1800	1620	-1140	-1080	75.8	84.7	6.16	5.29	3827	307
	5	1680	220	-1400	-1000	52.6	83.8	4.90	3.27	13197	7292
	6	1400	1500	-1300	-1000	62.5	76.9	4.63	4.58	5766	5435
	7	1300	1400	-1300	-1600	64.5	78.7	3.88	3.66	6869	6753
	8	1700	1600	-1600	-1500	47.6	50.5	5.27	4.75	4676	7920
	9	1800	1800	-1200	-1200	43.1	43.5	3.21	3.00	-	-
	10	1600	1500	-1100	-1600	44.7	44.9	3.60	3.65	3961	1320
mean		1568	1587	-1391	-1298	52.0	68.9	4.22	3.72	6424	4530
± SE		± 77.2	± 103.0	± 60.0	± 104.7	± 4.4	± 4.8	± 0.30	± 0.27	± 1160	± 898
		NS		NS		p<0.05		p<0.05		p<0.05	
B	1	1900	1800	-1800	-1500	40.1	44.5	5.25	4.68	4946	1364
	2	1600	1850	-1550	-1250	45.4	43.5	5.25	5.05	4056	1930
	3	1900	1800	2000	-1800	17.2	29.4	6.83	5.88	1486	3279
	4	1900	1600	-2000	-1500	26.5	27.5	5.29	5.42	4826	5260
	5	1400	1500	-1200	-1300	15.5	13.5	3.56	4.45	3874	3183
	6	1400	1400	-1500	-1300	24.6	28.5	4.43	3.79	3012	3514
mean		1683	1658	-1675	-1441	28.2	31.1	5.10	4.87	3700	3088
± SE		± 92.3	± 68.9	± 117.6	± 81.2	± 3.5	± 4.3	± 0.40	± 0.27	± 726.7	± 507.2
		NS		NS		NS		NS		NS	

dp/dt : first derivative of left ventricular pressure, T : time constant 'T', CO : cardiac output by thermodilution method, SWI : stroke work index derived from pressure-volume loop area.

dimension index)에 대한 LVSP의 변화기울기는 A群 113.8mmHg/cm/m², B群 103.0mmHg/cm/m²이었다 (Fig. 4, 5).

6) 熱稀釋法으로 측정한 心搏出係數(cardiac index : CI)는 A群 2.53±0.18 l/min/m², B群 2.99±0.25 l/min/m²로서 A群에서 감소되어 있었으나 유의한 차이는 없었고, A群 및 B群에서 측정한 左心室筋質 量指數와 유의한 음의 상관관계가 있었다(r=-0.53, p<0.05, Fig. 6).

高血壓性 心筋肥大症의 左心室弛緩機能(Table 2, Fig. 3).

1) 心音圖 및 心超音波圖로 측정한 左心室等容弛緩時間(left ventricular isovolumic relaxation time : A₂D time)은 A群 104.0±8.5msec, B群 66.6±3.8 msec로서 A群에서 유의하게 연장되어 있었다(P<0.01).

2) 大動脈根心超音波圖에서 大動脈根後壁의 O點과 R點의 기울기로 측정한 大動脈根後壁의 後退速度(OR slope)는 A群 2.5±0.3cm/sec, B群 4.5±0.6cm/sec로서 A群에서 유의하게 감소되어 있었다(P<0.005).

3) 左心室壓力の 最大-dp/dt는 A群-1391±60.0

Table 3. (continued)

Group	Case No	LVEDVI (ml/m ²)		LVESVI (ml/m ²)		LVSP/ESDI (mmHg/cm/m ³)		LVSP/ESVI (mmHg/ml/m ³)		ESS(×10 ³ dyne/cm ³)	
		before	during	before	during	before	during	before	during	before	during
A	1	115.7	60.8	56.9	20.5	74.6	75	3.69	7.32	182.6	69.3
	2	144.4	137.5	44.9	33.2	83.3	69.5	4.72	4.81	111.3	101.8
	3	53.6	53.6	23.1	12.9	90.0	75.9	7.79	9.68	99.4	47.7
	4	107.0	59.3	48.4	23.9	70.5	67.5	3.82	5.84	167.6	93.9
	5	140.4	98.6	51.2	33.2	83.1	63.9	4.10	4.20	166.5	91.9
	6	89.5	124.2	40.7	34.9	70.6	62.0	4.42	4.29	149.0	116.1
	7	128.8	100.1	52.6	32.1	68.4	71.2	3.23	4.68	126.6	90.2
	8	65.0	53.6	11.6	10.3	116.4	104.6	15.97	15.46	92.3	75.6
	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	10	53.2	26.8	11.0	5.0	92.3	104	13.65	26.0	63.5	47.9
mean		99.8	79.4	37.8	22.9	83.3	77.1	6.82	9.14	128.7	81.6
± SE		± 11.3	± 11.7	± 5.6	± 3.5	± 4.8	± 5.1	± 1.49	± 2.29	± 12.7	± 7.4
		NS		p<0.01		NS		NS		p<0.05	
B	11	60.4	27.1	8.0	7.0	75.3	63.6	13.1	12.0	56.2	42.6
	12	72.7	53.0	17.3	12.8	66.6	58.4	6.9	7.4	90.1	62.2
	13	53.6	65.1	21.1	19.3	54.1	50.5	4.9	4.9	112.1	97.5
	14	111.0	85.1	43.0	23.2	51.6	51.8	2.8	4.2	153.1	97.2
	15	67.6	49.3	21.2	13.2	59.9	62.5	5.1	7.4	92.6	67.2
	16	65.8	70.2	29.0	20.1	57.1	47.7	4.7	5.0	118.2	85.4
mean		71.8	58.3	23.3	15.9	60.7	55.7	6.3	6.8	103.7	75.5
± SE		± 7.5	± 7.4	± 4.4	± 2.2	± 3.3	± 2.5	± 1.3	± 1.1	± 12.1	± 8.1
		NS		p<0.01		NS		NS		p<0.05	

LVEDVI : left ventricular end-diastolic volume index, LVESVI : left ventricular end-systolic volume index, LVESDI : left ventricular end-systolic dimension index, LVSP : left ventricular systolic pressure, ESS : left ventricular end-systolic stress.

mmHg/sec, B群 -1675 ± 117.6 mmHg/sec로서 유의한 차가 있었다($P < 0.01$).

4) 時間常數 T는 A群에서 52.0 ± 4.4 msec, B群에서 28.2 ± 3.5 msec로서 A群에서 유의하게 연장되어 있었으며($P < 0.005$), 時間常數 T와 左心室筋質量指數 사이에는 유의한 양의 상관관계가 있었다($r = 0.63$,

$p < 0.02$, Fig. 7).

高血壓性 左心室肥大症의 nitroprusside投與에 대한 血力學的 反應(Table 3).

Nitroprusside를 투여하여 左心室收縮期壓이 A群에서 평균 40.7mmHg, B群에서 평균 15.8mmHg 감소되었을 때 1) 左心室弛緩期末壓은 A群 16.5 ± 1.0

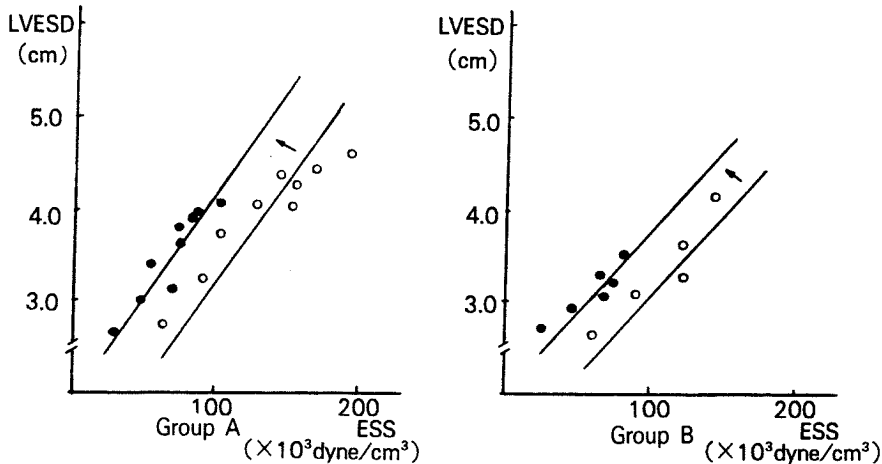


Fig. 8. Parallel leftward shifting of LVESD(left ventricular end-systolic dimension) to LVESS(left ventricular end-systolic stress) relations was observed during constant infusion of nitroprusside in hypertensives(A) and normotensives(B).

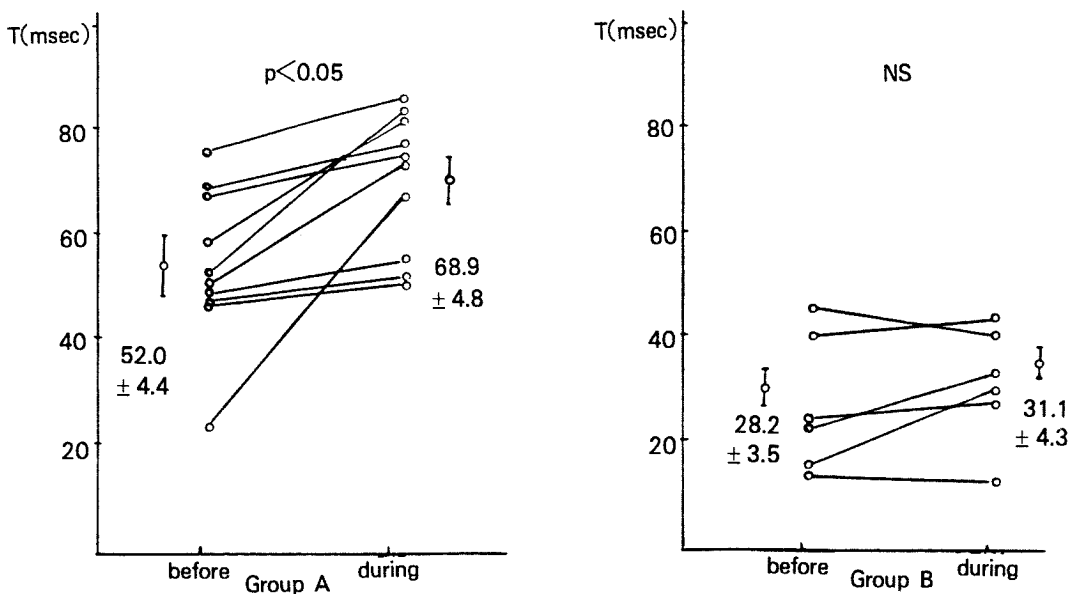


Fig. 9. Time constant T before and during constant infusion of nitroprusside in hypertensives(group A) and normotensives(group B).

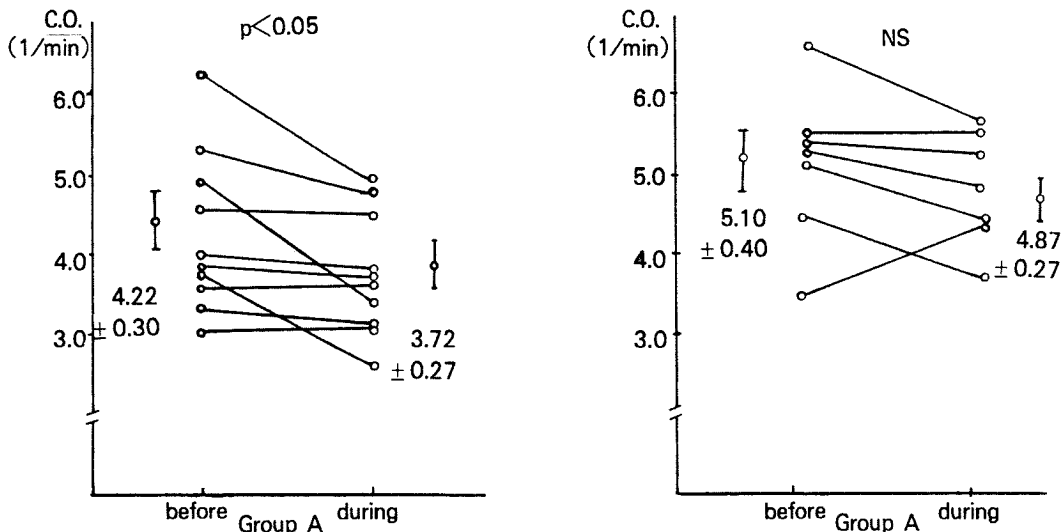


Fig. 10. Changes of cardiac output(C.O.) measured by thermodilution method before and during(at 15 minutes) constant infusion of nitroprusside in hypertensives(group A) and normotensives(group B).

mmHg에서 10.2 ± 1.4 mmHg로, B군은 8.8 ± 0.8 mmHg에서 7.0 ± 0.9 mmHg로 각각 유의하게 감소하였으며($p < 0.05$), 平均肺動脈壓은 A군은 18.1 ± 1.3 mmHg에서 12.3 ± 0.8 mmHg로, B군은 12.5 ± 0.6 mmHg에서 9.8 ± 0.9 mmHg로 각각 유의하게 감소하였다($p < 0.05$).

2) 心週期는 A군에서는 940 ± 69.9 msec에서 905 ± 67.4 msec로 감소하였으나 그 차는 유의하지 않았고, B군에서는 980 ± 74.3 msec에서 833 ± 43.7 msec로 유의하게 감소하였다($p < 0.05$).

3) 驅血率은 A군중 心導子檢査室에서 左心室壓력과 동시에 기록한 心超音波圖가 평가하기에 충분한 양질의 기록을 보였던 9例에서는 $63.3 \pm 3.5\%$ 에서 $71.8 \pm 2.3\%$ 로 유의하게 증가하였으며($p < 0.01$), B군은 $68.2 \pm 4.3\%$ 에서 $72.9 \pm 0.7\%$ 로 증가하였으나 유의성은 없었다.

4) 左心室收縮期末緊張度(left ventricular end-systolic stress : LVES)는 A군 $128.7 \pm 12.7 \times 10^3$ dyne/cm²에서 $81.6 \pm 7.4 \times 10^3$ dyne/cm²로, B군은 $103.7 \pm 12.1 \times 10^3$ dyne/cm²에서 $75.5 \pm 8.1 \times 10^3$ dyne/cm²로 각각 유의하게 감소되었고($p < 0.05$), 左心室收縮期末內徑(left ventricular end-systolic dimension)과의 관계는 nitroprusside투여전후에 정비례관계를 유지하면서 상관관계직선이 좌측으로 이동하였다

(A군 : $r = 0.83$, $p < 0.05$, B군 : $r = 0.96$, $p < 0.005$, Fig. 8).

5) 左心室壓력의 最大 dp/dt는 A군은 1568 ± 77.2 mmHg/sec에서 1587 ± 103.0 mmHg/sec로 유의한 변화가 없었고 B군에서도 1683 ± 92.3 mmHg/sec에서 1658 ± 68.9 mmHg/sec로 유의한 변화가 없었다.

6) 左心室壓력의 最大 -dp/dt는 A군은 -1391 ± 60.0 mmHg/sec에서 -1298 ± 104.7 mmHg/sec로, B군은 -1675 ± 117.6 mmHg/sec에서 -1441 ± 81.2 mmHg/sec로 감소하였으나 유의한 차는 없었다.

7) 左心室弛緩期末容積指數(left ventricular end-diastolic volume index : LVEDVI)는 A군은 99.8 ± 11.3 ml/m²에서 79.4 ± 11.7 ml/m²로 감소하였고, B군은 71.8 ± 7.5 ml/m²에서 58.3 ± 7.4 ml/m²로 감소하였으나 그 차는 통계학적으로 유의하지 않았다.

8) 左心室收縮期末容積指數(left ventricular end-systolic volume index : LVESVI)는 nitroprusside투여후 A군은 37.8 ± 5.6 ml/m²에서 22.9 ± 3.5 ml/m²로, B군은 23.3 ± 4.4 ml/m²에서 15.9 ± 2.2 ml/m²로 각각 유의하게 감소하였다($p < 0.01$).

9) logarithmic method에 의해 측정 한 時間常數 T는 nitroprusside투여후 A군은 52.0 ± 4.4 msec에서 68.9 ± 4.8 msec로 유의하게 연장되었고($p < 0.05$), B군은 28.2 ± 3.5 msec에서 31.1 ± 4.3 msec로 연장되었

으나 유의한 변화는 없었다(Fig. 9).

10) 熱稀釋法에 의해 측정된 心搏出量은 A群은 4.22 ± 0.30 l/min에서 3.72 ± 0.27 l/min로 유의하게 감소하였고($p < 0.05$), B群에서는 5.10 ± 0.40 l/min에서 4.87 ± 0.27 l/min로 감소되었으나 유의하지 않았다(Fig. 10).

11) Computer에 의해 左心室 壓力-容積 曲線의

内部面積을 구하여 體表面積으로 나눈 左心室收縮期作業指數(left ventricular stroke work index : LV-SWI)는 A群은 6424 ± 1160 mmHg · ml/m²에서 4530 ± 898 mmHg · ml/m²로 유의하게 감소되었고($p < 0.05$), B群은 3700 ± 726.7 mmHg · ml/m²에서 3088 ± 507.2 mmHg · ml/m²로 감소되었으나 그 차는 유의하지 않았다(Fig. 11).

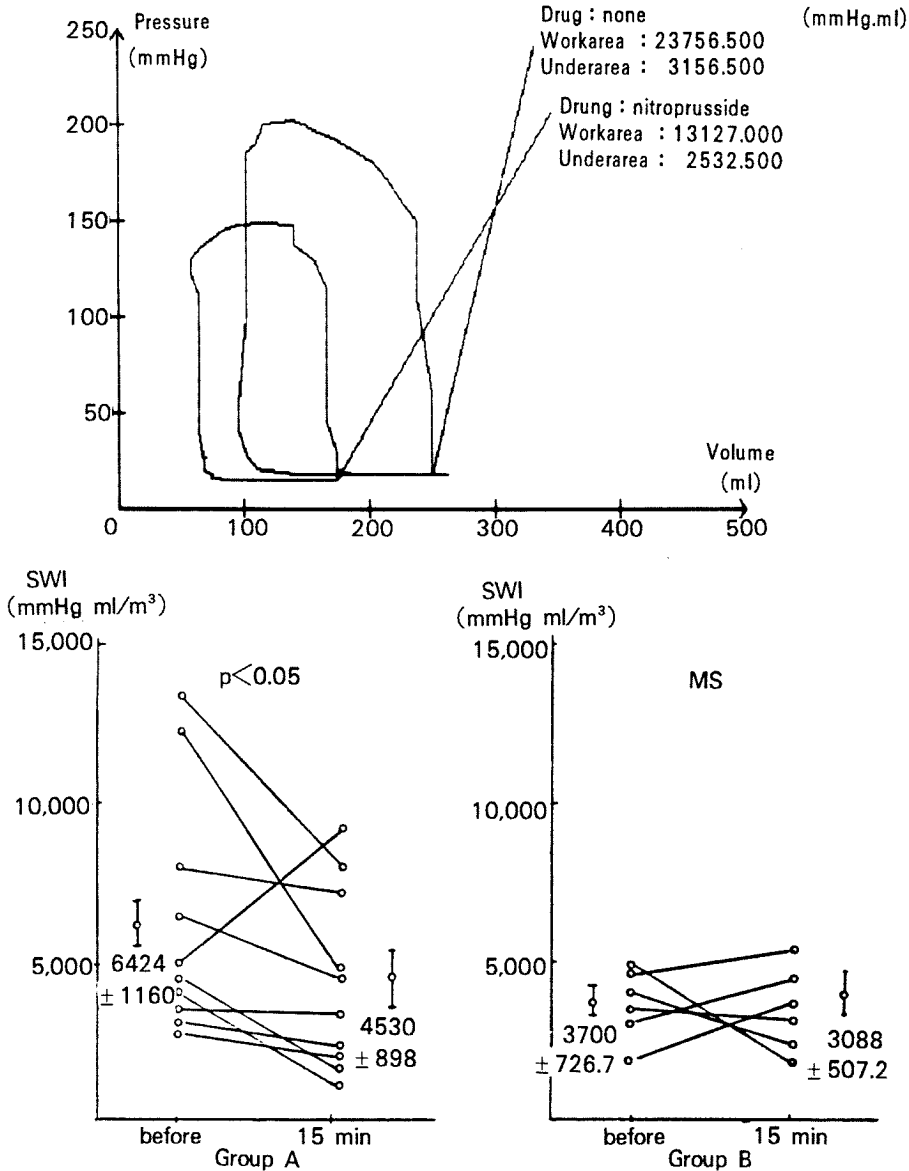


Fig. 11. Left ventricular stroke work index derived from computer-assisted pressure-volume loop area before and at 15 minutes of constant infusion of nitroprusside(Pressure : left ventricular pressure measured by catheter, volume : left ventricular volume by echocardiogram, SWI : stroke work index).

本態性 高血壓과 肺動脈壓

觀察對象患者의 肺動脈平均壓은 A群에서 $18.1 \pm 1.3 \text{ mmHg}$, B群에서 $12.5 \pm 0.6 \text{ mmHg}$ 로서 A群에서 유의하게 증가되어 있었고($p < 0.05$) nitroprusside 투여시 大動脈壓의 감소와 동시에 A群은 $18.1 \pm 1.3 \text{ mmHg}$ 에서 $12.3 \pm 0.8 \text{ mmHg}$ 로 B群은 $12.5 \pm 0.6 \text{ mmHg}$ 에서 $9.8 \pm 0.9 \text{ mmHg}$ 로 肺動脈壓도 각각 유의하게 감소되었다($p < 0.05$, Table 3).

考 案

高血壓이 오랫동안 지속되면 많은 例에서 左心室의 筋量은 증가되며, 左心室의 筋量이 증가되는 것은 血壓의 상승과 동반된 後負荷의 증가에 따른 心筋壁 緊張度の 증가를 대상하기 위한 필요한 적응으로서 心筋纖維의 肥厚에 의하며¹⁸⁾, 心筋細胞 및 膠原纖維의 증식도 여기에 관여할 수 있다²¹⁻²³⁾. 高血壓 이외에도 交感神經系와 renin-angiotensin系, 肥滿, 年齡과 性, 同伴疾患으로서 冠狀動脈疾患 혹은 糖尿病 등이 心筋肥大에 관여할 수 있다고 한다¹⁰⁾.

대부분의 高血壓性 心臟病의 心筋肥大의 정도는 각 개인의 生活중 一日 平均血壓의 높이와 좋은 상관관계를 보이는 점으로 보아 필요한 적응현상으로 볼 수 있으며^{24,25)}, 이런 경우에는 心筋이 肥大하더라도 左心室의 收縮機能은 유지될 것이라고 가정되고 있다²⁶⁾. 그러나 모든 高血壓患者에서 心筋肥大가 나타나는 것은 아니며, 血壓의 높이나 年齡과는 큰 상관이 없는 불균형한 心筋肥大도 자주 발견되며²⁷⁾, 心筋肥大의 정도에 관계없이 收縮期 또는 弛緩期 機能異常을 나타내는 경우도 있고 年齡 혹은 種族에 따라 高血壓患者의 心筋肥大의 有病率이나 機能變化和 抗高血壓劑에 대한 反應의 차이가 있는 점으로 보아^{8-10, 28)}, 高血壓과 동반된 心筋肥大는 後負荷의 증가에 대한 필연적인 적응현상만이 아닌 本態性 高血壓의 고유한 病理現象의 일면으로 보려는 견해²⁹⁾도 타당하다고 본다.

高血壓과 동반되어 나타나는 高血壓性心臟病에서도 高血壓의 심한 정도나 臨床狀態의 심한 정도가 心筋肥大의 정도와 항상 일치하는 것이 아니며³⁰⁾, 때로는 心筋肥大의 소견이 뚜렷하지 않은 例도 있고

心筋肥大의 정도가 비슷한 患者의 心室機能도 일정하지 않다¹¹⁾. 이러한 차이가 동일한 病態生理의 변화과정중의 차이인지, 서로 다른 病態生理의 表現인지에 대한 定說은 아직 없다¹⁰⁾.

본 연구의 對象患者는 運動時 呼吸困難 또는 胸痛을 呼訴하여 來院한 心筋質量이 증가된 高血壓患者로서 左心室의 驅血率이 50% 이상이며 冠狀動脈疾患이 없는 例를 선택하였다. 그 이유는 高血壓性 心臟病 患者의 左心室의 구조나 기능이 항상 균일하지 않았던 臨床的 觀察을 감안하여 高血壓 이외의 左心室肥大의 原因疾患이 없으면서 高血壓性 左心室肥大와 左心不全의 臨床狀을 보이는 例들의 休息狀態의 左心室活動機能은 어떻게 변화되어 있으며, 또 이러한 左心室의 活動量의 변화가 左心室의 收縮 및 弛緩機能의 변화와 동반된 것인지, 前負荷 또는 後負荷의 이상에 의한 것인가를 관찰하고자 함이었다. 또한 이들을 臨床的으로 治療함에 있어서, 高血壓에 동반되어 증가된 後負荷를 감소시켜 左心室의 作業負荷를 감소시킴으로써 左心室의 活動量과 臨床症狀의 개선, 즉 末梢灌流을 개선할 수 있을 것이라는 通念의 假說³¹⁾을 시험하고, Topol 등이 보고한 高齡의 高血壓性 左心室肥大 患者의 많은 例(12例중 6例)에서 nitroglycerin 등의 血管擴張劑가 臨床的으로 症狀를 악화시켰다는 보고¹⁵⁻¹⁷⁾를 추시하고 그를 어떻게 설명할 수 있을 것인가를 관찰해 보고자 함이었다.

본 연구에서 EF가 50% 이상이고 LVMI가 증가되고 임상적으로 運動時 呼吸困難과 胸痛을 主訴로 來院하였으며, 心電圖에서는 左心室肥大 및 典型的인 ST-T의 변화를 보이고 眼底檢査에서 網膜病症을 보이며, 蛋白尿의 소견을 보이지만 管狀動脈疾患이 없고 左心室壁 運動失調가 없는 患者群에서 左心室筋量이 증가할수록 心搏出量은 감소하였으나, 休息時 EF, %FS, mVcf 및 心搏出量 등의 평균은 正常對照群 6例와 유의한 차이가 없었다.

左心室 收縮期 壓力-容積 關係를 nitroprusside 靜脈注射전후에 측정하여 본 後負荷의 변화에 따른 壓力-容積 關係의 변화기울기는 비교적 前負荷의 영향을 적게 받는 心筋收縮力의 指標로 인정되고 있는 指標인 바³²⁾, 이의 기울기(m)가 正常對照群과 高血壓性 心臟病疾患群사이에 차이가 없었으며, 高

血壓性 心臟病患者에서 오히려 증가된 것처럼 보인 것은 冠狀動脈이 정상인 高血壓性心筋肥大가 心筋收縮力의 감소를 동반하는 것이 아니라는 좋은 知見이다. 또한 休息時 心筋의 收縮力 및 收縮期 左心室活動量이 감소되지 않은 상태에서도 運動性呼吸困難이나 胸痛이 있을 수 있음을 알 수 있었다. 이는 左心室肥大가 심한 경우 收縮機能이 休息時에는 정상범위이더라도 運動등의 循環要求가 증가하는 상태에서 적응능력의 감소로 症狀이 나타날 수 있으며³³⁾, 이러한 적응능력의 감소가 收縮機能 또는 弛緩機能의 어느것이 먼저 저하되는가에 대해서는 알려지지 않았다.

高血壓性 心筋肥大群에서 等容弛緩時間의 증가, OR기울기의 감소, 時間常數 T의 증가, 最大 $-dp/dt$ 의 감소 등이 있는 것은 弛緩機能의 저하가 있음을 반영해주며, LVMI와 비례하여 T가 증가됨을 관찰할 수 있었던 것은 CI와 LVMI가 좋은 음의 상관관계를 보임과 관련하여 LVMI가 증가하면 收縮機能은 정상이다라고도 弛緩機能은 점점 감소되고 이에 따라서, 心搏出量은 감소될 수 있다는 것을 보여주는 결과로 해석된다.

Nitroprusside투여후에 最大 dp/dt 가 변화하지 않은 것은 nitroprusside의 투여가 心筋의 收縮力을 변화시키지 않는다는 보고들³⁴⁻³⁶⁾과 일치하는 소견이며, nitroprusside투여후 最大 $-dp/dt$ 가 正常人 및 高血壓患者에서 작은 폭으로 감소하였으나 統計的인 有意性은 없었고, 前負荷 및 後負荷의 변화에 영향을 적게 받는 左心室 弛緩期 機能指標인 時間常數 T³⁷⁻⁴²⁾는 高血壓性 心臟病에서는 현저히 연장되었지만 正常人에서는 統計的으로 有意하지 않은 작은 폭의 연장이 관찰되었다. 이러한 左心室弛緩機能指標의 변화는 nitroprusside가 心筋收縮力에는 영향을 주지 않지만, 弛緩機能에는 영향을 미친 것으로 볼 수 있으며, 만일 nitroprusside가 이와 같이 高血壓性 心筋肥大症 患者의 心筋收縮力에는 영향을 주지 않지만 弛緩機能에 영향을 줄 수 있다면 心室筋의 收縮과 弛緩이 서로 다른 機轉에 의해 조절되고 있음을 시사해주는 결과로도 볼 수 있으며⁴³⁾, nitroprusside투여후에 高血壓性 心臟病患者의 心搏出量이 有意하게 감소된 것은 이러한 弛緩機能의 감소에 기인할 것이며, 이의 개선을 위해서는 心筋의 弛緩機能을 향

상시킬 수 있는 藥劑를 선택하여 투여해야 함을 시사하는 것으로 본다.

LVSWI가 nitroprusside투여후에 감소하는 것은 後負荷가 心筋의 作業負荷의 결정에 큰 역할을 함을 보여주는 것이며, 收縮力은 증가 또는 변화하지 않고 心筋의 作業負荷를 감소시키는 弛緩機能이 減退되면 心搏出量은 감소될 수 있으며, 臨床的인 經過의 악화를 초래할 수 있을 것으로 추론할 수 있으며, 이러한 관찰결과는 肺動脈壓이나 左心室弛緩期末壓이 상승된 心不全疾患患者에서 血管擴張劑가 大多數의 例에서 血力學을 개선시킨다는 보고⁴⁴⁻⁴⁶⁾와는 달리 弛緩機能을 악화시키고 心搏出量이 감소되는 것은 Topol등¹⁵⁻¹⁷⁾의 보고에서 高血壓性 心筋肥大가 심한 患者에서 nitroglycerin등의 血管擴張劑나 digoxin등의 陽性變力劑가 臨床經過를 악화시킬 수 있다는 결과와 일치하며, 그 악화의 機轉을 설명할 수 있는 소견이라고 생각된다.

본 연구의 과정에서 高血壓性 心臟病患者에서 心搏出量을 측정하기 위하여 肺動脈내에 위치시켰던 Swan-Ganz導子を 통하여 측정한 肺動脈壓과 肺動脈血管抵抗은 正常對照群보다 현저히 높은 것을 관찰할 수 있었는데, 이들의 例에서는 左心室弛緩期末壓도 증가되어 있어서 이 증가된 左心室弛緩期末壓의 後方作用과 肺動脈血管抵抗의 일차적 증가가 동시에 작용하여 肺動脈壓을 증가시킨 결과로 생각할 수 있으며, nitroprusside투여후 大動脈壓이나 左心室弛緩期末壓의 감소와 같이 肺動脈壓도 감소하였으며, 동시 측정한 肺血管抵抗도 末梢血管抵抗과 같이 감소된 것은 同一藥劑에 의해 肺動脈壓이나 抵抗이 體動脈壓이나 抵抗과 같이 변화되고 있음을 보아⁴⁶⁾, 이는 증가된 左心室弛緩期末壓의 後方傳導만이 아닌 全身動脈系와 적어도 일부는 동일한 機轉에 의해 肺血管抵抗 및 壓力이 증가되고 있음을 시사한다.

正常對照群에서는 nitroprusside투여로 血壓이 떨어지면서 心搏動數가 有意하게 증가하였지만 高血壓患者群의 心搏動數의 증가는 뚜렷하지 않았던 것은 高血壓患者에서는 壓力收容體의 感受성이 낮은 것을 나타낸 결과로 타 보고⁴⁷⁾와 일치하는 소견이다.

본 연구의 관찰결과는 心導子檢査室에서 nitroprusside투여후의 짧은 시간동안의 血力學的 反應을

보았으며, 左心室의 後負荷의 급격한 감소에 대한 反應만을 관찰한 것이므로, 장기간 血管擴張劑투여 후의 血力學的 狀態의 변화에 대한 反應은 따로 연구되어야 할 것으로 생각되며, nitroprusside뿐만 아니라 베타受容體遮斷劑나 칼슘拮抗劑투여후의 血力學的 反應에 대한 관찰을 병행한다면 더 좋은 정보를 얻을 수 있을 것으로 생각되며, 향후 장기간의 追跡研究에 의해 個別患者의 血力學的 特性에 따른 적합한 治療藥劑의 선택에 도움이 되는 소견을 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

結 論

高血壓性 左心室肥대를 동반한 患者에서 左心室의 收縮 및 弛緩機能과 nitroprusside투여후 血力學的 反應을 관찰하기 위하여, 심한 左心室肥대를 동반한 10例의 本態性 高血壓患者(A群)와 6例의 正常血壓者(B群)를 대상으로 心導子檢査室에서 血管擴張劑인 nitroprusside투여전후에 心導子檢査 및 心超音波圖를 시행하여 左心室壓, 肺動脈壓, 心週期, 左心室收縮 및 弛緩機能指標, 左心室容積, 左心室 壓力-容積 曲線, 心搏出量の 변화 등을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) A群은 呼吸困難 혹은 胸痛을 主訴로 내원하였으며, 心電圖에서 左心室肥大 혹은 左心室肥大 및 strain樣相, 心超音波圖로 측정한 左心室筋質量指數 $219.2 \pm 19.6 \text{g/m}^2$ 이었다. B群은 비전형적인 胸痛을 呼訴하였으며, 心電圖 및 心超音波圖가 정상이고 左心室筋質量指數는 $98.5 \pm 6.8 \text{g/m}^2$ 이었다.

2) 左心室의 收縮期機能指標인 驅血率, 分劃短縮率, 平均 圓周短縮速度, 左心室의 最大+dp/dt, 收縮期末 壓力-容積 關係의 변화기울기 등은 兩群 사이에 유의한 차이가 없었다.

3) 熱稀釋法에 의한 心搏出量은 兩群에서 유의한 차이가 없었으며, 心超音波圖에 의한 左心室筋質量指數는 유의한 음의 상관관계가 있었다.

4) 左心室의 弛緩機能指標인 等容弛緩時間(A_2D 時間), 大動脈根後壁 後退速度(OR기울기), 左心室壓 最大-dp/dt, 時間常數 T 등에 의해 측정된 左心室弛緩기능은 A群에서 유의하게 저하되어 있었다. 心導子法으로 측정된 時間常數 T와 心超音波圖에

의한 左心室筋質量指數 사이에는 유의한 양의 상관관계가 있었다.

5) Nitroprusside 투여후 A群에서는 左心室의 收縮期 및 弛緩期末壓, 肺動脈壓의 감소에 따라서 收縮期末 左心室壁緊張度의 감소, 左心室驅血率의 증가, 時間常數 T의 연장, 心搏出量の 감소 및 收縮期作業指數의 감소를 관찰할 수 있었으며, 最大+dp/dt, -dp/dt와 心週期時間은 有意한 변화가 없었다. B群에서는 nitroprusside靜脈注射후에 左心室의 收縮期 및 弛緩期末壓, 肺動脈壓의 감소에 따라 左心室壁緊張도와 心週期時間은 감소되었으나, 驅血率, 心搏出量, 最大+dp/dt, -dp/dt, 時間常數 T, 收縮期作業指數는 변화가 없었다.

이상의 연구결과는 呼吸困難 혹은 胸痛을 呼訴하는 심한 左心室肥대를 동반한 高血壓患者에서는 左心室收縮機能은 정상이나 弛緩機能은 저하되어 있으며, 高血壓性 心不全症 患者의 治療에 흔히 사용되는 血管擴張劑인 nitroprusside투여로 左心室收縮機能은 개선되지만 弛緩機能은 더욱 저하되어, 心搏出量은 오히려 감소되는 결과를 초래할 수 있음을 시사하였다.

References

- 1) Grossmann W : *Cardiac hypertrophy : Useful adaptation or pathologic process ?* Am J Med 69 : 576, 1985
- 2) Scheur J, Buttrick P : *The cardiac hypertrophic responses to pathologic and physiologic loads. Circulation* 75(Suppl 1) : I-63, 1987
- 3) Lorell BH, Grossman W : *Cardiac hypertrophy : The consequences for diastole.* J Am Coll Cardiol 9 : 1189, 1987
- 4) 이창수·윤영근·정명호·박옥규 : 본태성 고혈압에서 좌심실용적에 대한 근량비율에 관한 연구. 전남의대잡지 21 : 969, 1984
- 5) 조정관·박옥규 : 본태성 고혈압에서 좌심실 초기 확장기 기능에 대한 연구. 대한내과학회잡지 27 : 875, 1984
- 6) 김영준·조정구·이상근·최인태·정진원·박양규·강정채·박옥규 : 고혈압 환자에서 심echo도

- 를 이용한 급속충혈기 좌심실 후벽과 대동맥근 후벽후퇴속도의 비교. 대한내과학회잡지 29 : 512, 1985
- 7) 정명호 · 박상진 · 김승관 · 박종춘 · 강정채 · 박옥규 : 본태성 고혈압환자의 좌심실 이완기 기능의 평가. 순환기 17 : 401, 1987
 - 8) 정명호 · 신순철 · 양승진 · 박상진 · 김승관 · 조정관 · 박종춘 · 강정채 · 박옥규 : 좌심실 비대가 없는 경증 및 중등도 고혈압 환자에서 좌심실 이완기 기능에 관한 연구. 순환기 17 : 627, 1987
 - 9) 정명호 · 신순철 · 양승진 · 박찬형 · 조정관 · 박종춘 · 강정채 · 박옥규 : 고혈압 환자에서 심음도 및 도플러 심초음파도를 이용한 좌심실 이완기 기능의 평가. 순환기 18 : 393, 1988
 - 10) Frohlich ED : *Potential mechanisms explaining the risk of left ventricular hypertrophy. Am J Cardiol* 59 : 91A, 1987
 - 11) Takahashi M, Sasayama S, Kawai C, Kotoura H : *Contractile performance of the hypertrophied ventricle in patients with systemic hypertension. Circulation* 62 : 116, 1980
 - 12) Soufer R, Wohlgernter D, Vita NA, Amucnestegui M, Sostman D, Berger HJ, Jaret BL : *Intact systolic left ventricular function in clinical congestive heart failure. Am J Cardiol* 55 : 1032, 1985
 - 13) Dougherty AH, Naccarelli GV, Gray EL, Hicks CH, Goldstein RA : *Congestive heart failure with normal systolic function. Am J Cardiol* 54 : 778, 1984
 - 14) Braunwald E : *Harrison's Principles of Internal Medicine. McGraw-Hill Book Company*, 896, 1987
 - 15) Topol EJ, Traill TA, Fortuin NJ : *Hypertensive hypertrophic cardiomyopathy of the elderly. N Engl J Med* 312 : 277, 1985
 - 16) Brush JE, Udelson JE, Leon MB, Bacharach SL, Rumble T, Bonow RO : *Comparative effects of verapamil and nitroprusside on left ventricular function in patients with hypertension. J Am coll Cardiol* 11 : 37(abstract), 1988
 - 17) Manning WJ, Hung G, Parker JA, Rigney DR, Wei JY : *Heart failure in the elderly : diastolic dysfunction with reserved systolic function and normal coronary artery. J Am Coll Cardiol* 11 : 160(abstract), 1988
 - 18) Devereux RB, Liebson PR, Horan MJ : *Recommendations concerning the use of echocardiography in hypertension and general population research. Hypertension* 9(Suppl II) : 97, 1987
 - 19) Grossman W : *Cardiac Catheterization and Angiography. Lea and Febiger* 301, 1986
 - 20) 이창수 · 안영안 · 김혜주 · 강정채 · 박옥규 : 본태성 고혈압환자에서 좌심실벽 긴장도. 대한내과학회잡지 27 : 1057, 1984
 - 21) Weber KT, Janicki JS, Pick R, Abrahams C, Shroff SG, Bashey RI, Chen RM : *Collagen in the hypertrophied, pressure-overloaded myocardium. Circulation* 75(Suppl I) : I-40, 1987
 - 22) Teng SS, Yokota Y, Seo T, Takarada A, Kubo M, Maehashi N, Matsuda N, Nakanishi O, Kumaki T, Furuta Y : *Echocardiographic and pathologic features of left ventricular hypertrophy in hypertension. Circulation* 72 : III-131, 1985
 - 23) Kannel WB, Sorlie P : *The Heart in Hypertension. Springer-Verlag*, 223, 1981
 - 24) Devereux RB : *Cardiac involvement in essential hypertension. Med Cl North Am* 71 : 813, 1987
 - 25) Frohlich ED : *Physiologic considerations in left ventricular hypertrophy. Am J Med* 75(3A) : 12, 1983
 - 26) 박양규 · 박옥규 : 고혈압성 심장병환자에서 좌심실비대가 심기능에 미치는 영향. 순환기 13 : 135, 1983
 - 27) Frohlich ED, Tarazi RC : *Is arterial pressure the sole factor responsible for hypertensive cardiac hypertrophy? Am J Cardiol* 44 : 959, 1979
 - 28) 정명호 · 신순철 · 양승진 · 박찬형 · 조정관 · 박종춘 · 강정채 · 박옥규 : *Angiotensin 전환효소 억제제 투여후 고혈압성 심근비대의 감소율의 연령군간 차이. 순환기* 18 : 1988
 - 29) Mann DL, Spann JF, Cooper G : *Basic mechanisms and models in cardiac hypertrophy. Modern Concepts* 57 : 7, 1988
 - 30) Tarazi RC : *Cardiovascular hypertrophy in hypertension. Hypertension(Suppl II) : 187, 1986*

- 31) Guiba NH, Cohn JN, Mikulic E, Franciosa JA, Limas CJ : *Treatment of refractory heart failure with infusion of nitroprusside. N Engl J Med* 291 : 587, 1974
- 32) Fifer MA, Braunwald E : *End-systolic pressure-volume and stress-length relations in the assessment of ventricular function in man. Adv Cardiol* 32 : 36, 1985
- 33) Marcus ML, Harrison DG, Chilian WM, Koyanagi S, Inou T, Tomanek RJ, Martin JB, Eastham CL, Hiratzka LF : *Alternations in the coronary circulation in the hypertrophied ventricles. Circulation* 75 (Suppl 1) : 19, 1987
- 34) Page IH, Corcoran AC, Dustan HP, Koppanyi T : *Cardiovascular actions of sodium nitroprusside in animals and hypertensive patients. Circulation* 11 : 188, 1955
- 35) Mukherjee D, Feldman MS, Helfant RH : *Nitroprusside therapy. JAMA* 235 : 2406, 1976
- 36) Pouleur H, Covell JW, Ross J : *Effects of nitroprusside on venous return and central blood volume in the absence and presence of acute heart failure. Circulation* 61 : 328, 1980
- 37) Gleason WL, Braunwald E : *Studies of the first derivative of the ventricular pressure pulse in man. J Clin Invest* 41 : 80, 1962
- 38) Weiss JL, Fredericksen JW, Weissfeldt ML : *Hemodynamic determinants of the time-course of fall in canine left ventricular pressure. J Clin Invest* 58 : 751, 1976
- 39) Fredericksen JW, Weiss JL, Weissfeldt ML : *Time constant of isovolumic pressure fall : determinants in the working left ventricle. Am J Physiol* 235 : 701, 1978
- 40) Hirota Y : *A clinical study of left ventricular relaxation. Circulation* 62 : 756, 1980
- 41) Starling MR, Montgomery DG, Mancini J, Walsh RA : *Load independence of the rate of isovolumic relaxation in man. Circulation* 76 : 1274, 1987
- 42) Choong CY, Herrmann HC, Weyman AE, Fifer MA : *Preload dependence of Doppler-derived indices of left ventricular diastolic function in humans. J Am Coll Cardiol* 10 : 800, 1987
- 43) Braunwald E, Sonnenblick EH, Ross J : *Heart Disease. Saunders*, 383, 1988
- 44) Jordan RA, Seth L, Henry A, Wilen MM, Franciosa JA : *Dose requirements and hemodynamic effects of transdermal nitroglycerin compared with placebo in patients with congestive heart failure. Circulation* 71 : 980, 1985
- 45) 김승관 · 박상진 · 정명호 · 윤영근 · 박종춘 · 강정채 · 박옥규 : 심한 울혈성 심부전증의 치료에 있어서 경구 prazosin 추가후의 혈역학적 반응에 관한 연구. 순환기 16 : 151, 1986
- 46) 정명호 · 김승관 · 박상진 · 양승진 · 신순철 · 박종춘 · 강정채 · 박옥규 : 폐동맥압이 증가된 환자에서 nitroglycerin의 혈역학적 효과. 순환기 16 : 443, 1986
- 47) 정명호 · 박옥규 : 본태성 고혈압환자의 압력 수용체감수성에 관한 연구. 대한내과학회잡지 30 : 475, 1986