

## 실험적 콩팥성 고혈압에 있어서 기관의 무게, 밀도 및 콜레스테롤 함유량의 변화

### Weight, Density and Cholesterol Content of Organs in Renal Hypertensive Rats

서울대학교 의과대학 생리학교실

金 潤 聖 · 南 基 鏞

동물의 체중이 성장에 따라서 변화하는 주지의 사실이며 이러한 체중 변화의 요인으로서는 생체조직 절대량의 증가와 구성 성분의 변화를 생각할 수 있다<sup>1)</sup>. 신체내의 여러 기관과 조직의 무게도 성장에 따라서 증가하며 전체 체중에 대한 비율에도 또한 변화가 있다<sup>2)</sup>. 한개 기관의 무게를 결정하는 요인으로 짧은 시간 내의 것으로는 그 기관을 관류하는 혈액 유통량의 크기가 직접적인 영향을 미친다<sup>3,4,5)</sup>. 혈액 유통량을 결정하는 것은 혈압차와 혈관계의 혈류저항에 의하여 결정되는 것으로 동맥 혈압의 변동은 곧 혈액 유통량의 변화를 일으킨다. 나아가서 동맥혈압의 상승이라는 조건이 오랫동안 계속하는 경우에 어떤 기관의 혈액 유통량이 어떻게 변화할 것이며 그 기관의 조직 혈액량의 변화하는 모습은 알 수가 없다. 그러나 조직 혈액량 변화의 종합적인 목표로서의 기관 무게에 어떤 변화를 기대할 수가 있는 바 이것이 이 실험의 목적의 하나이다.

기관의 무게가 무슨 요인으로 변화하였더라도 부피의 변화가 동반될 것이 예상되는 것이므로 기관의 밀도에 변화가 있을 것이 기대되는 바로서 이것이 이 실험의 둘째 목적이다.

실험적 콩팥성 고혈압 증세가 레닌-안기오텐신(renin-angiotensin)에 의한 액성 기전으로 일어난다함에 의견이 일치하는 바<sup>6)</sup> 이 액성 기전의 활동으로 여러 조직의 신진 대사에 변동이 올 것을 예상할 수 있다. 이리하여 콩팥성 고혈압증에서 전해질 대사의 변동<sup>7)</sup>, 조직의 무기물 성분의 변화<sup>8)</sup> 등이 보고되어 있다. 따라서 이 실험에서와 같이 신장주위염(perinephritis)에서 보는 고혈압증에서도 어떤 물질의 신진대사 변화를 기대할 수가 있다. 이리하여 밀도가 물보다 크거나 또는 작은 물질의 증감의 결과로 기관 조직 전체의 밀도가 변화할 것이 예상된다. 가령 콜레스테롤은 밀도가 1.067 (20°C), 증성 지방은 0.900(37°C) 이므로 이것들의 함유량 변화가운데서 먼저 것은 기관 밀도에 별반 영향이 없을 것이

고 뒤의 것은 상당한 감소 영향을 줄 것이다.

이 논문은 흰쥐에 실험적 콩팥성 고혈압증을 일으키게 하고 각 기관의 중량(대 체중 비율) 밀도 및 콜레스테롤 함유량의 변동을 관찰한 것이다.

#### 실험 방법

몸무게 200그램 가량의 흰 쥐를 사용하였다. 콩팥성 고혈압을 일으키는데는 소위 Goldblatt 고혈압<sup>10)</sup>의 방법으로 Page<sup>11)</sup>에 따라서 양쪽 콩팥을 20% cellulose acetate로 적신 가재로 휘감는 방법을 사용하였다. 마취한 동물의 양쪽 콩팥을 단번에 처치하고 평균 50일이 경과하여 혈압상승이 나타났다. 수술 후 한달쯤부터 3~4일 간격으로 흰쥐의 꼬리에서 동맥혈압을 측정하여 고혈압의 발생 여부를 검색하면서 희망하는 수치의 값에 이르렀을 때에 동물을 희생하여 제반검사를 하였다. 수

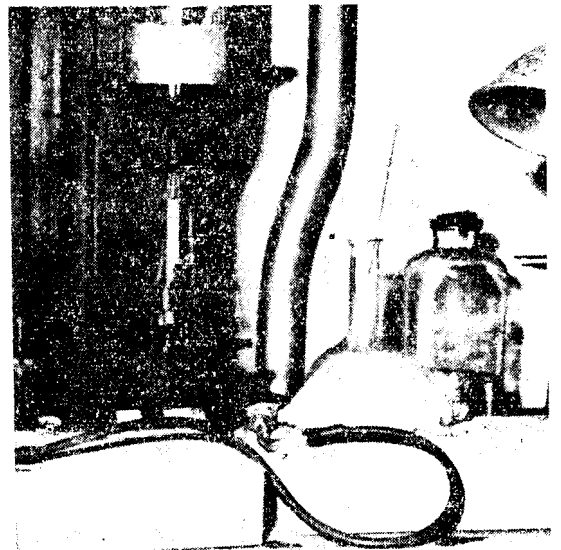


Fig. 1. Tail-method of blood pressure measurement.

술한 환취의 약 절반에서는 혈압상승을 보았으나 나머지에서는 혈압상승이 없었으며 이것은 대조동물로 사용하였다.

환취의 동맥혈압 측정에는 소위 tail-method를 사용하였던 바 그림 1에 그 장치의 개요를 보인다. 쥐를 냄부탈로 약마취하고 꼬리에 감은 공기 주머니에 압력을 가하였다가 다시 낮출 경우에 모세관 수면이 갑자기 올라가는 점을 최고 동맥혈압 값으로 잡았다. 다만 개에서는 냄부탈 마취로 동맥혈압이 상승하며 환취에서는 일반적으로 10~20 mmHg 가량 낮추는 영향을 가지나<sup>12)</sup> 이 실험에서는 마취의 영향은 고려하지 않고 혈압 값을 그냥 잡았다.

동물을 희생하고 곧 기관을 적출하여 표면에 묻은 혈액을 여과지로 제거한 다음 "Sartorius" 신축 천평으로 공기 중의 중량(Ma)과 물속의 중량(Mw)을 측정하여 비중을 계산하였다. 물의 온도는 20°C 전후이었는데  $D = \frac{Ma}{(Ma - Mw)} \times Q$ , (D: 밀도, Q: °C의 물의 밀도)에 있어서 Q로 교정을 하지 않았다. 기관 무게의 표시는 %체중으로 하였으며 심장, 간장, 폐장, 콩팥, 갑상선, 부신, 비장 및 대뇌를 대상으로 하였다.

총 콜레스테롤 측정은 혈장, 심장, 콩팥, 비장 및 부신에서 Zak<sup>13)</sup> 등의 방법에 따라서 ferric chloride를 사용하는 직접법으로 파장 560 mμ에서 광학적 농도를 읽었다.

### 실험 성적

기관의 무게: 측정된 혈압값이 140 mmHg를 경계로 하여 고혈압군과 정상 혈압군으로 임의로 나누어서 각 기관 무게의 체중에 대한 비율(%)을 비교한 것이 제1표이다. 혈압이 높은 실험군에서 기관의 무게가 증가한 경향을 보이었으나 통계적으로는 의의가 없는 것이다. 다만 심장과 간장에서는 뚜렷한 차이가 있었다.

Table 1. Weight of organs (% body weight).

	Body wt. (g)	Heart	Liver	Lung	Kidney	Thyroid	Adrenal	Spleen
Normotensive animals.								
N	23	23	19	27	27	17	22	28
Mean	219	0.334	3.27	0.563	0.715	0.00363	0.0200	0.305
S.D.	44.7	0.0338	0.300	0.102	0.00854	0.00135	0.00592	0.101
Hypertensive animals								
N	18	18	17	17	14	11	14	18
Mean	227	0.409	3.69	0.596	0.732	0.00618	0.0193	0.343
S.D.	59.5	0.0530	0.261	0.126	0.0864	0.00225	0.00759	0.263
P		<.001	<.001	NS	NS	NS	NS	NS

심장 무게의 체중에 대한 비율은 혈압이 140 mmHg 이하인 동물에서 0.334% 체중이었고 140 mmHg 이상의 동물에서는 0.409%로서 혈압상승에 따르는 심장 무게의 증가가 뚜렷하였다 (P<.001). 혈압값과 심장 무게 사이의 관계를 제2도에 보이는데 둘 사이에는 직선적인 관계가 있었고 상관 계수는 r=0.64 이어서 상당히 높은 것이었다. 즉 콩팥성 고혈압증이 발생하면 심장의 무게가 혈압 상승의 정도에 비례하여 증가하였다.

간장의 무게는 정상 혈압 동물에서 3.27% 체중이었고 혈압이 140 mmHg 이상인 동물에서 3.69%로 현저하게 (P<.001) 증가가 있었다. 간장에서도 심장과 같이 혈압값과 무게사이에는 직선적 비례 관계가 있었으며 제3도에 보는 것과 같다. 둘 사이의 상관 계수는 r=0.69로서 상당히 좋은 것이었다.

다른 기관에서는 혈압과 무게 사이에 특별한 관계가 없었다. 다만 고혈압 동물에서는 무게가 약간 증가되어 있으나 통계적으로 의의가 없었다. 즉 정상 혈압값과 고

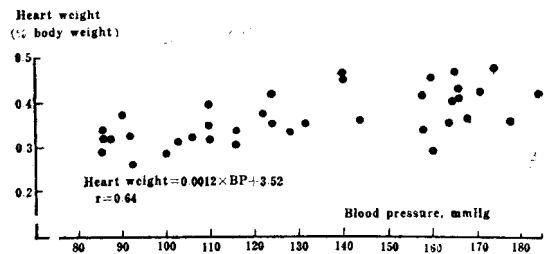


Fig. 2. Relation between arterial blood pressure and heart weight expressed in % body weight.

혈압값을 각각 보면 폐장에서 0.563%와 0.596%, 콩팥은 0.715%와 0.732%, 갑상선은 0.00363%와 0.00618%, 부신은 0.0200%와 0.0193% 및 비장에서는 0.305%와 0.343%로 서로 유의한 차이가 아니었다.

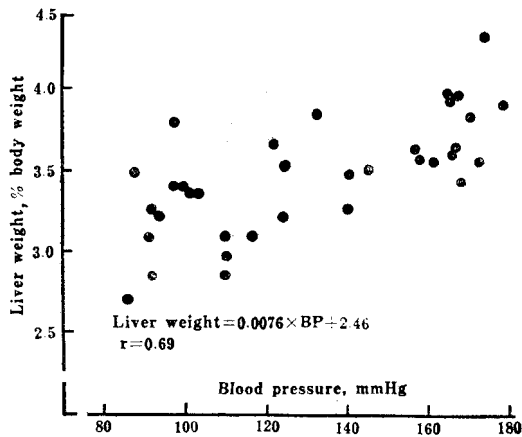


Fig. 3. Relation between arterial blood pressure and liver weight.

기관의 밀도: 혈압값 140 mmHg를 경계로 하여 정상혈압군과 고혈압군의 기관 밀도를 제2표에 보인다. 두 실험군 사이에 약간의 차이가 있었으나 모두 통계적으로 유의한 것은 아니었다. 여러 기관 가운데서 부신은 밀도가 1.157로서 가장 컸었으며, 비장이 1.072, 간장이 1.071, 콩팥이 1.062, 심장이 1.059이었으며 대뇌가 1.044로서 제일 작았다. 그러나 고혈압군에서 변화가 전혀

Table 2. Density of organs in normotensive and renal hypertensive rats.

	Heart	Liver	Kidney	Adrenal	Spleen	Brain
Normotensieanimals						
N	24	20	22	15	25	26
Mean	1.059	1.071	1.062	1.157	1.027	1.044
S.D.	0.00646	0.0234	0.00541	0.0966	0.00811	0.00388
Hypertensive animals						
N	17	14	18	14	18	19
Mean	1.061	1.078	1.055	1.100	1.071	1.042
S.D.	0.00608	0.0308	0.00525	0.0370	0.0068	0.00620
P	NS	NS	NS	NS	NS	NS

없었던 것도 아니어서 콩팥에서는 고혈압군에서 1.055로서 정상혈압군의 1.062보다 감소의 경향을 보였다. 이리하여 혈압과 콩팥 밀도 사이의 관계를 그린 것이 제4도인데 혈압 상승에 따라서 콩팥 밀도가 직선적으로 감소됨이 나타나 있다. 둘 사이의 상관도는  $r = -0.46$ 으로 상당히 밀접한 관계가 있음이 보인다. 마찬가지로 간장의 밀도도 혈압상승에 따라서 증가하는 경향을 보이었는데 상관도는  $r = 0.15$ 에 불과하였으며 특별히 관계가 어떻다고 하기에는 약하다. 간장에서의 둘 사이의 관계를 보이는 것이 제 5도이다.

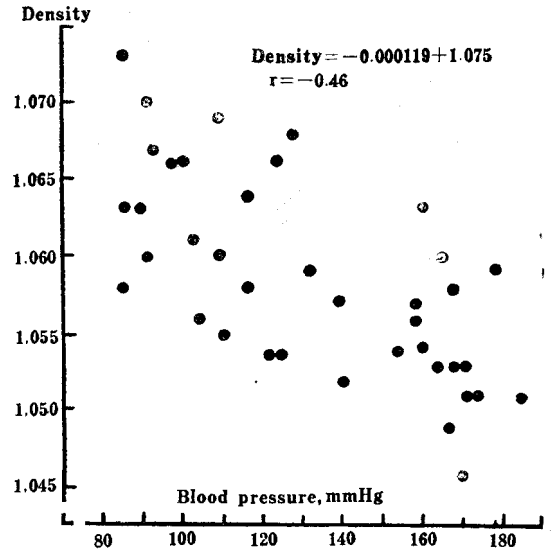


Fig. 4. Relation between blood pressure and kidney density in rats.

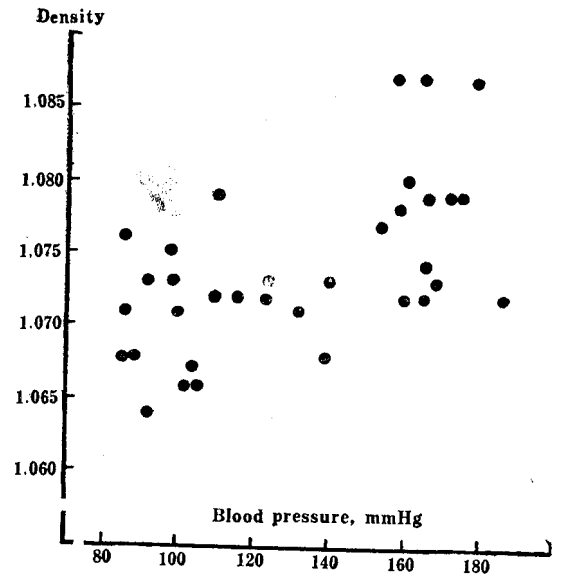


Fig. 5. Reslation between arterial blood pressure and liver density in renal hypertensive rats.

콜레스테롤 함유량: 정상혈압 흰쥐의 콜레스테롤 함유량은 제 3 표에 보는 바와 같이 혈장에서 93 mg% 이었으며 부신은 2640 mg%로 함유량이 다른 조직에 비하여 엄청나게 많았고, 콩팥에서 620 mg%, 비장에서 563 mg

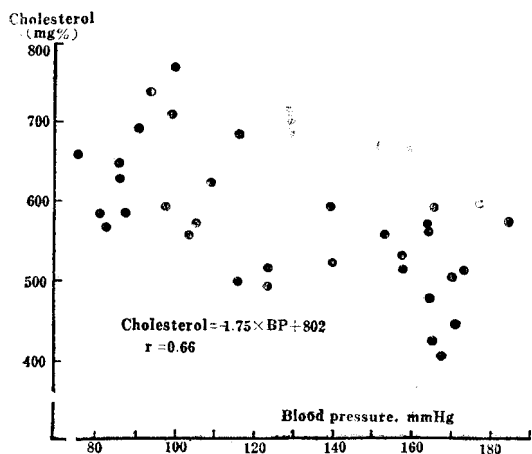
**Table 3.** Cholesterol contents of organs in normotensive and renal hypertensive rats.(mg%)

	Plasma	Heart	Liver	Kidney	Adrenal	Spleen
Normotensive rats						
N	22	19	20	18	18	15
Mean	93	306	453	620	2640	563
S.D.	21.7	36.2	52.2	77.9	259.0	95.4
Range						
Hypertensive rats						
N	18	16	17	15	16	9
Mean	102	337	430	521	3782	558
S.D.	31.1	54.1	79.1	59.7	126.5	135
Range						
P	NS	NS	<.001	<.001	<.001	NS

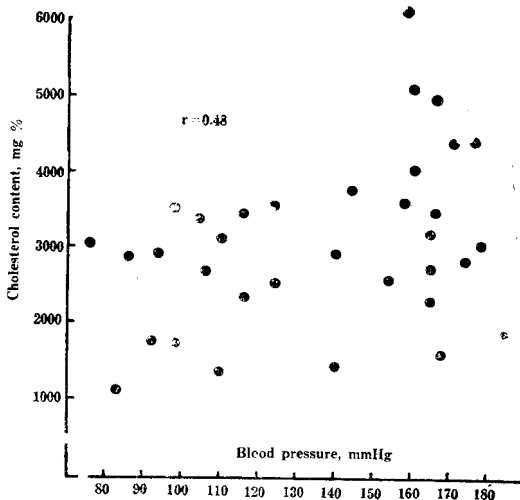
**Table 4.** Coefficients of regression.

	Heart weight %b.wt	Liver weight %b. wt	Kidney density	Liver density	Cholesterol content*mg% Kidney	Cholesterol content*mg% adr.	Liver
Blood pressure, mmHg	0.64	0.69	-0.46	0.15	-0.66	0.48	
Kidney density					0.44		
Liver density							-0.27

%, 간장에서 453 mg% 이었으며 심장은 306 mg%를 보이며 제1 작았다. 콩팥성 고혈압군에서 콜레스테롤 함유량의 변동은 콩팥과 부신 이외에서는 유의한 것은



**Fig. 6.** Relation between arterial blood pressure and kidney tissue cholesterol content in rats.



**Fig. 7.** Relation between arterial blood pressure and adrenal cholesterol content in rats.

아니었다. 콩팥성 고혈압에서는 부신의 콜레스테롤 함유량이 3782 mg%로 대단히 증가하였으며 콩팥에서는 521 mg%로서 뚜렷한 감소가 나타났다. 콩팥에서 혈압과 콜레스테롤 함유량 사이의 관계를 보인 것이 제6도인데, 둘 사이의 상관도는  $r = -0.66$ 으로서 직선적 비례 관계 있음을 보인다. 고혈압 동물의 부신에서는 콜레스테롤가 함유량이 3782 mg%로 엄청나게 증가되었는데 제7도에 보는 바와 같이 혈압과 콜레스테롤 함유량 사이에는 직선적 비례 관계가 있었으며 둘 사이의 상관도는  $r = 0.48$ 이었다.

## 고 찰

이 실험에서의 성적을 개관하면 신장주위염을 일게하여 나타난 고혈압증에 수반하는 뚜렷한 변동으로는 심장과 간장 무게의 증가, 콩팥과 간장의 밀도 변화 및 콩팥과 부신의 총 콜레스테롤 함유량 변화이다. 신장주위염(perinephritis)으로 일어나는 고혈압증이 레닌-안기오텐신 기전에 의한 일치된 견해인데 어떠한 경로를 밟아서 이상에 본 몇가지 변동을 가져 왔는지는 지금 단계로서는 설명할 수는 없다. 그러나 콩팥성 고혈압증에서는 단지 최고 혈압 수준이 상승한다는 일 이외에도 이 논문에 보는 것 같이 부수적으로 또는 본질적인 변화로서 여러 현상이 나타나는 것이라 말할 수 있겠다. 심장의 무게가 흰쥐에 있어서 연령증가와 같이 증가함은 인정된 사실인데 다만 심장 무게 : 몸무게 비율은

동물의 몸무게가 커지면 즉 성장이 진행됨에 따라서 감소하는 경향이 있다고 한다<sup>11)</sup>. Beznak<sup>11)</sup>에 의하면 몸무게가 200~220 그램의 범위에서는 0.30%체중으로 저자 실험의 0.334보다는 작다. 이 값은 Beznak의 흰쥐에서는 몸무게가 160~180 그램에 해당하는 것인데 그 이유를 말하기 곤란하다. 다만 저자의 대조 흰쥐 모두 양쪽 콩팥을 20% cellulose acetate로 감쌌던 것이고 고혈압증만 발생하지 않은 것이었는데 이러한 수술의 영향이 심장에 미쳐서 그 중량이 커졌는지도 모르겠다

고혈압증이 있는 흰쥐에서 심장 무게가 S자형으로 증가함을 보고한 것이 있는데<sup>15)</sup> 혈압값이 150~160 mmHg인 범위가 경계로 되어서 그 이하에서는 심장 무게의 증가가 없으나 경계 이상에서는 S자형을 만들면서 증가하였다고 한다. 저자의 실험에서는 이러한 S자형은 볼 수 없었고 다만 직선적으로만 증가하였다. Chanutin과 Ferris<sup>16)</sup>는 심장 무게와 체표면적 비율이 혈압과의 사이에 직선적으로 비례한다 하였고, Benitz등<sup>17)</sup>도 심장 및 좌심실 무게의 절대치가 혈압과 높은 상관 관계에 있다고 보고하였다. 이러한 심장 무게의 증가를 뒷받침하는 실험적 사실은 별반 없는 것이 현재의 사정으로 보이나 구태여 설명을 시도하면 고혈압이 혈관계의 혈류저항이 증가함으로써 심장 특히 좌심실에 대한 짐이 증가하고 심장근 섬유유의 비대가 나타나는 것이라고 추측할 따름이다.

간장의 무게가 혈압과의 사이에  $r=0.69$ 라는 높은 상관 관계를 보이면서 직선적으로 증가하였는데 같은 성적을 보고한 것을 찾기가 힘들다. 동맥혈압의 상승은 간장의 혈류량에 대하여 별반 영향을 가지지 않는 것이므로<sup>13)</sup> 간장 무게의 증가를 혈류량 내지는 조직혈액량 증가에 돌리기는 곤란하다. 한편으로는 동맥혈압의 증가의 결과로 혈관내 여과압의 증가가 생각되며 이 결과로는 간장의 조직 수분량의 증가가 있을 수 있다. 이것은 간장 무게의 증가에 상당히 기여한다고 볼 수 있겠다. 그 밖에 간장 실질의 증식이 혈압 상승에 따라서 촉진되고 이것이 무게의 증가에 기여하는지는 알 수가 없다. 콩팥 무게의 몸무게에 대한 비율이 혈압값과 관계가 있다는 보고가 있다. Friedman<sup>19)</sup>에 의하면 혈압값 100~180 mmHg에 있어서 콩팥무게의 체표면적에 대한 비율이 직선적으로 변화 한다고 하며, Grollman과 Halpert<sup>20)</sup>에 의하면 120~150 mmHg의 혈압 범위에 있어서 수술로써 한쪽만 남긴 콩팥 무게의 체중에 대한 비율이 혈압에 비례하였다 한다. 이렇게 혈압 상승과 콩팥 무게의 증가가 보고되어 있으나 저자의 실험에서는 뚜렷한 변화는 볼 수 없었다. 대조 동물에서는 0.715% 체중인데 고혈압 동물에서는 0.732%체중으로 증가한 것 같은 인상을 보이거나 유의한 차이는 아니었다.

감상선과 부신 무게의 몸무게에 대한 비율이 콩팥성

고혈압증에서 S자형을 이루면서 혈압값 150 mmHg 이상에서 증가하였다는 보고가<sup>15)</sup> 있는데 저자의 실험에서는 그렇지 않았다. 다만 감상선에서 위의 비율이 증가한 경향이 있었지만 통계적으로 보아서 유의한 것이 아니었고 부신은 도리어 감소의 경향을 보이었으나 또한 유의한 것은 아니었다. 비장의 태도는 고혈압증에서 무게의 몸무게에 대한 비율이 증가한 듯 하였으나 역시 유의한 것이 아니었다.

이상과 같이 콩팥성 고혈압증에서 기관 무게에 대한 비율이 증가하는 것은 심장과 간장이었으며 다른 기관들은 영향을 받지 않았다고 말할 수 있겠다.

기관의 밀도는 무게 나누기 부피로 셈되는 것인 바 콩팥성 고혈압증으로 기관 무게가 증가하였다면 얼핏 생각해서 밀도의 증가를 연상하게 된다. 앞서 본 기관 무게의 증가를 보인 것은 심장과 간장이었고 그밖의 기관에서는 큰 차이를 보이지 않았는데 심장의 밀도는 고혈압동물에서 약간 증가의 경향을 보이었을 뿐이었는데 이것은 무게의 증가와 발맞추어서 심장 부피도 어느정도 증가하였음을 가리킨다고 하겠다. 간장의 밀도는 고혈압증에서 증가하였는데 이것은 부피가 별반 증가하지 않고 있는데 간장 실질의 증가가 있었던 일을 말한다. 간장 밀도가 정상 혈압군에서 1.071이었으며 고혈압군에서 1.078이어서 모두 물보다 밀도가 큰 바 이것은 고혈압군에서 증가하여 기관 전체의 밀도를 증가하게 만든 물질의 밀도가 1보다 큰것을 가리킨다. 이 실험에서 측정된 콜레스테롤의 밀도는 1.067(20°C)<sup>21)</sup>인데 밀도가 0.900<sup>22)</sup>에 지나지 않는 중성지방 같은 것보다 콜레스테롤이 증가하여야만 간장 밀도의 증가가 있을 수

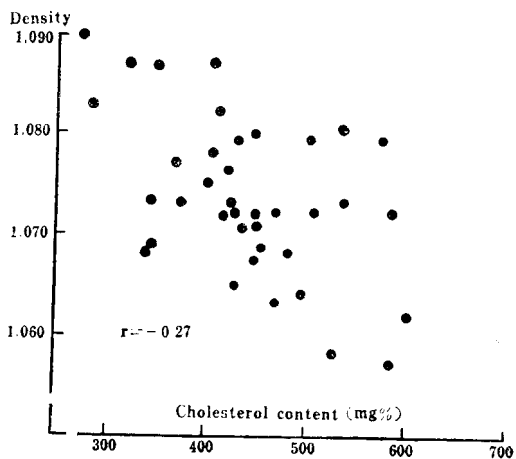


Fig. 8. Relation between cholesterol content and density of liver in normotensive and renal hypertensive rats.

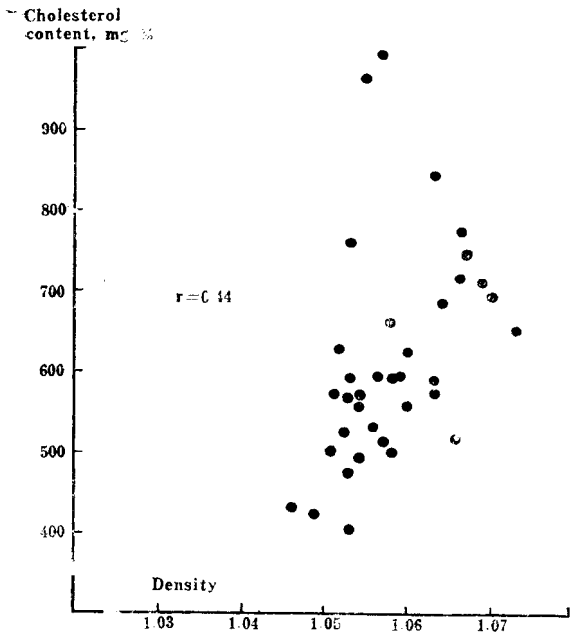


Fig. 9. Relation between cholesterol content and density of kidney in normotensive and renal hypertensive rats.

있다. 그러나 간장의 콜레스테롤 함유량은 정상 혈압동물에서 453 mg%인데 대하여 고혈압 동물에서는 430 mg%로 도리어 감소를 보였다. 즉 고혈압 동물에서 간장 무게의 몸무게에 대한 비율이 증가한 것과 콜레스테롤 함유량은 관계가 없다고 말할 수 있다. 혈청 콜레스테롤 수준과 고혈압 사이의 관계를 말하는 일은 특히 동맥경화증에서 밀접한 관계가 있다고 하며<sup>23)</sup> 나아가서 동맥 내막에서 발견되는 콜레스테롤이나 중성 지방은 혈장에 유리되어 있는 이들 성분과 전연 같은 것이라<sup>24)</sup> 하는 일과 견주어 생각하면 콩팥성 고혈압증에서는 간장 콜레스테롤 함유량은 관계없는 일이라 할 수 있겠다. 더구나 제 8도에 보는 것 같이 콜레스테롤 함유량과 간장 밀도 사이에는 상관 관계( $r = -0.27$ )가 있지만 간장의 무게와 밀도의 변화를 나타내는 물질은 콜레스테롤 이외의 다른 물질이라 말할 수 있다.

콩팥 밀도는 혈압과의 사이에 상관성을 보이어서  $r = -0.46$  으로 콩팥성 혈압값의 증가에 따라서 밀도의 감소를 보이었는데 앞서와 같은 고찰을 한다면 혈압이 높아져도 콩팥 무게의 증가는 없었고 밀도만 감소하므로 이것은 콩팥 부피의 상대적 증가이거나 또는 밀도가 1보다 큰 물질의 감소가 있었다고 말할 수 있다. 여기

에서 콩팥 부피는 직접적으로 측정이 아니 되었으므로 그의 변화를 무어라 말할 수는 없다. 그렇다면 부피는 별반 변화가 없었으나 밀도가 물보다 큰 물질의 함유량이 감소되었다면 어느 정도의 해석이 가능하지 않을까 한다. 콩팥의 조직 콜레스테롤 함유량은 콩팥성 고혈압 값이 상승함에 따라서 감소하여 둘 사이에는 좋은 상관도 ( $r = -0.66$ )를 보였는데 밀도가 1.067인 콜레스테롤이 유의하게 감소하면서 밀도의 감소가 올 수 있지 않는가라고 말할 수 있다. 콩팥의 조직 콜레스테롤 함유량이 정상 혈압 동물에서 620 mg%, 고혈압 동물에서 521 mg%로서 혈장의 93 mg%에 비하면 다량으로 포함되어 있는데, 이것의 함유량이 크게 변화하면서 밀도에 큰 영향을 미쳤다고 할 수 있겠다. 콜레스테롤 함유량과 콩팥 밀도의 관계는 제 9도에 보는 것 같이 밀접한 관계가 ( $r = 0.44$ ) 있는데 콩팥성 고혈압증에서는 콩팥의 콜레스테롤 함유량은 관련을 가지는 것일지도 모르겠다. 콩팥성 고혈압증은 레닌-안기오텐신 기전에 의한 액성 작용 물질의 출현으로 설명을 하는 실정이나 저자의 실험에서와 같이 신장주위염을 일으키는 경우에는 콩팥의 지질 대사에 어떤 변화가 나타나고 이것이 콜레스테롤 함유량 감소로 나타나는지도 모르겠다.

부신은 측정된 몇 기관 가운데서 밀도가 제일 큰 것으로 정상 혈압 동물에서 1.157이며 고혈압 동물에서는 1.100으로 약간 감소의 경향을 보이었으며, 콜레스테롤 함유량도 다른 기관에 비하여 엄청나게 높아서 정상 혈압 동물에서 2640 mg%이던 것이 고혈압 동물에서 3782 mg%로 크게 증가를 보였다. 콩팥성 고혈압증에서 레닌-안기오텐신의 액성 기전 작용이 부신에 크게 미쳐서 지질 대사에 변화를 일으켰던 결과로 콜레스테롤 함유량이 크게 증가한 것으로 보인다. 사실 콩팥성 고혈압증에서 전해질 대사의 변화<sup>7)</sup>를 보고한 것 등으로 보아서 부신이 콩팥성 고혈압증에 출현하는 액성기전작용의 표적 기관의 하나인 듯하다. 이리하여 부신은 콩팥성 고혈압증에 있어서 그 무게에는 별반 변화가 나타나지 않고 부신 비중 1.157보다 훨씬 밀도가 작은 콜레스테롤 함유량이 혈압값 증가와 함께 증가하면서 그 비중이 정상 혈압동물의 1.157로 부터 고혈압 동물에서는 1.100으로 감소될 수도 있을 것이다.

이상과 같은 고찰에서 밀도에 영향하는 물질로 콜레스테롤 하나만을 논의하였는데 이것만으로는 불충분하다. 흔히 기관 조직의 밀도에 제일 영향이 큰 성분으로는 전체 흰쥐 몸무게의 20% 전후를 차지하는 총지방량<sup>25)</sup> 따라서 각 기관 조직이 포함하는 지방량이 문제가 된다. 그러나 이 실험에서는 따로 지방량측정을 아니 하였으므로 여기에서는 무어라 논의할 수가 없었다.

## 결 론

흰쥐의 양쪽 콩팥을 20% cellulose acetate로 적신 가재로 감싸주어서 실험적 콩팥성 고혈압증을 일으키게 하였다. 이 동물에서 몇 기관 무게의 체중에 대한 비율(%), 밀도 및 조직 총 콜레스테롤 함유량을 측정하여 다음과 같은 성적을 얻었다.

1. 기관 무게는 혈압이 상승함에 따라서 일반적으로 증가의 경향이 있었으며 그 가운데서 심장과 간장에서는 혈압값과의 사이에 높은 상관도가 있었다. 심장에서 둘 사이의 상관도가  $r=0.64$ , 간장에서는  $r=0.69$ 로서 직선적 비례 관계에 있었다.

2. 기관 밀도 가운데서 가장 큰 것은 부신의 1.157이었으며 대뇌가 1.044로 제일 작았다.

다른 것은 대뇌보다 컸으며 비장: 1.072, 간장: 1.071, 콩팥: 1.062, 심장: 1.059이었다.

콩팥성 고혈압증으로 콩팥 밀도가 비례적으로 작아졌는데 혈압과의 사이의 상관도는  $r=-0.46$ 이었다. 간장 밀도는 혈압과  $r=0.15$ 의 상관 관계에 있어서 혈압 상승과 함께 증가의 경향을 보이였다.

3. 총 콜레스테롤 함량은 혈장: 93 mg%이었으며 부신은 2640 mg%로 다른 조직에 비하여 엄청나게 많았다. 혈압상승에 따라서 변화를 보인 기관은 콩팥에서는 감소를 보이어서  $r=-0.66$ 의 상관 관계를 보였으며 부신에서는  $r=0.48$ 로서 증가를 보여서 고혈압 동물에서는 그 값이 3782 mg%에 이르렀다

4. 기관의 부피와 무게의 상호 관계 및 혈압상승으로 함량이 변동하는 조직 구성 성분의 밀도와 기관 밀도의 변화 사이의 관계를 고찰하였다.

performed. The ensuing hypertension appeared after 40 days or more and arterial blood pressure reached to 180 mmHg at highest in about one-half of animals of which kidneys were encapsulated. The remaining rats which showed no elevation of arterial blood pressure served as the control animals. The following results were obtained.

1. The ratio of organ weight to total body weight showed a general increase in the hypertensive rats. In heart and liver there were good correlations between arterial blood pressure and ratio of organ weight to body weight. The coefficient of correlation was  $r=0.64$  and  $r=0.69$  in heart and liver, respectively.

2 Density was highest in adrenals showing 1.157 and lowest in cerebrum showing 1.044. The values of other organs were; spleen: 1.072, liver: 1.071, kidney: 1.062, and heart: 1.059.

The organs which showed a variation in density in hypertension were kidney and liver. In kidney, density decreased as arterial blood pressure was elevated and the coefficient of correlation between the two was  $r=-0.46$ . In liver, density increased in the hypertensive rats showing a coefficient of correlation being  $r=0.15$ .

3. Total cholesterol content in plasma was 93 mg%, and in adrenals this amounted to 2640 mg%. In renal hypertensive rats total cholesterol content of kidney decreased. The coefficient of correlation between arterial blood pressure and kidney cholesterol content was  $r=-0.66$ . In adrenals, the hypertensive rats showed an increase in total cholesterol content ( $r=0.48$ .) and reached to the value of 3782 mg%

4. The interrelationships between organ weight, organ volume, density of varying composition of organs in renal hypertension were discussed.

## ABSTRACT

### Weight, Density and Cholesterol Content of Organs in Renal Hypertensive Rats

Yoon Sung Kim, M.D. and Kee Yong Nam, M.D.

Department of Physiology, College of Medicine, Seoul National University, Seoul, Korea

Organ weight (% ratio to body weight), density and total cholesterol content were determined in experimental renal hypertensive rats. Encapsulation of bilateral kidneys with gauze soaked with 20% cellulose acetate was

## REFERENCES

- 1) McCance, R. A., and E. M. Widdowson.: *The chemical structure of the body. Quart. J. exp. Physiol.* 41: 1, 1955.
- 2) Oyama, J., and W.T. Platt.: *Effects of prolonged centrifugation on growth and organ development of rats. Am. J. Physiol.* 209: 611, 1965.
- 3) Johnson, P. C., and K.N. Hanson.: *Relation between venous pressure and blood volume in the intestine. Am. J. Physiol.* 204: 31, 1963.

- 4) 박 종 선: 토끼에 있어서 실험, 과잉 수혈 및 에피네프린으로 일어나는 조직 혈액량의 변화. 서울 의대잡지, 5: 109, 1964.
- 5) 尹 秉 鶴: 토끼의 정맥 혈압과 소화기 각부의 조직 혈액량. 미발표.
- 6) Haas, E., and H. Goldblatt.: *Pressor effect of renin. Am. J. Physiol.* 207: 1077, 1964.
- 7) Borkowski, A. J., S.S. Howards, and J. H. Larach: *Angiotensin and electrolyte excretion in reno-vascular hypertension. Am. J. Physiol.* 208: 1087, 1965.
- 8) Tobin, L., and P.D. Redleaf.: *Ionic composition of the aorta in renal and adrenal hypertension. Am. J. Physiol.* 192: 325, 1958.
- 9) Cook, R.P.: *Cholesterol. Academic Press Inc., New York, 1958.*
- 10) Goldblatt, H., J. Lynch, R. F. Hanzal, and W.W. Summerville.: *Studies in experimental hypertension; the production of persistent elevation of systolic blood pressure by means of renal ischemia. J. Exp. Med.* 59: 47, 1934.
- 11) Page, I.H.: *The production of persistent arterial hypertension by cellophane perinephritis. J. Am. Med. Assoc.* 113: 2046, 1939.
- 12) Barlow, G., and D.H. Knott: *Hemodynamic alterations after minutes of pentobarbital sodium anesthesia in dogs. Am. J. Physiol.* 207: 764, 1964.
- 13) Zak, B. N., Moss. A. J. Boyle, and A. Zlatkis: *Rapid estimation of free and total cholesterol. Am. J. Clin. Pathol.* 24: 1307: 1954.
- 14) Beznak, H: *The behaviour of the weight of the heart and the blood pressure of albino rats under different conditions. J. Physiol.* 124: 44, 1954.
- 15) M.J. Fregley.: *Relationship between blood pressure and organ weight in the rat. Am. J. Physiol.* 202: 967, 1962.
- 16) Chanutin, A., and E.B. Ferris: *Jr. A.M.A. Arch. Intern. Med.* 49: 767, 1932.
- 17) Benitz, K. F., R. M. Moraski, and J.R. Cummings: *Relation of heart weight, ventricular ratio, and kidney weight to body weight and arterial blood pressure in normal and hypertensive rats. Lab. Invest.* 10: 934, 1961.
- 18) Grayson, J., and D. Mendel: *The role of the spleen and the hepatic artery in the regulation of liver blood flow. J. Physiol.* 136: 60, 1957.
- 19) Friedman, S. I., and C. L. Friedman: *J. Exp. Med.* 89: 63, 949.
- 20) Grollman, A., and B. Halpert: *Renal lesions in chronic hypertension induced by unilateral nephrectomy in the rat. Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 71: 394, 1949.
- 21) Lange, N.A.: *Handbook of Chemistry. Handb. Publishers Inc., Sandusky, 1952.*
- 22) Keys, A.: *Body fat in adult man. Physiol. Rev.* 33: 245, 1953.
- 23) Harris, I.: *Serum cholesterol and blood pressure. Lancet* 11: 283, 1949.
- 24) Weinhaus, and E. F. Mirsch: *Arch. Path.* 29: 31, 1940.
- 25) Cohn, C., and J. Dorothy: *Changes in body composition attendant on force feeding. Am. J. Physiol.* 196: 965, 1959.