

# 실혈 후 및 혈압상승 후의 소화기 조직 혈액량 및 산소 섭취량

## 제 1 편 정맥혈압과 소화기 조직 혈액량

서울대학교 의과대학 생리학교실

尹 秉 鶴 · 南 基 鏞

==Abstract==

### Gastrointestinal Tissue Blood Volume Affected by Venous Pressure Change

Yoon, Byong Hak and Nam, Kee Yong

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

Changes in gastrointestinal tissue blood volume induced by variations of venous pressure between 6 and 40 mmHg were studied in 32 rabbits. Venous pressure lowering was produced by withdrawal of appropriate volume of blood and venous pressure elevation was obtained by partial occlusion of intrathoracic vena cava inferior. Estimation of regional tissue blood volume was performed by means of regional distribution of injected Cr<sup>51</sup>-labeled red blood cells. The following results were obtained.

1. At the normal control venous pressure value of 18 mmHg, spleen showed the highest value of tissue blood volume expressed on weight basis, namely, 111 μl/gm. Liver tissue blood volume was 95 μl/gm, small intestine 24 and stomach 21 μl/gm, respectively.

2. Linear relationships were observed between venous pressure change and gastrointestinal tissue blood volume. The coefficients of correlation were: in spleen r=0.723; in liver r=0.791; in stomach r=0.704, respectively. In small intestine the relationship was less clear and r=0.358.

Tissue blood volume of extrabdominal tissue, such as M. gastrocnemius was not influenced by venous pressure change.

3. The highest change in tissue blood volume expressed on weight basis was observed in spleen. The liver tissue showed the next highest change. Change in total tissue blood volume, however, was greatest in liver and next greatest in small intestine. This was interpreted by the fact that total weight of these two organs was much greater than that of spleen.

4. The mechanism that the change in tissue blood volume lies in the venous system which has a great compliance was discussed.

### 서 론

소화기 계통을 거쳐서 문맥에 모이는 혈액량은 심장 박출량의 1/4 가량을 차지하는 다량이다(최덕경, 1961). 이렇게 혈액 유통량이 다량인데도 불구하고 문맥내 혈압은 대단히 낮으므로(남기용 등, 1964), 문맥보다 앞쪽인 간장 또는 큰 정맥내의 혈압의 변동은 문맥내 혈액 유통량에 지대한 영향을 미칠 것이 예상된다. 압력

차가 적은데에 혈압의 조그마한 변동이 있어도 상대적으로 보면 대단히 큰 것이 되고 유통량에 대하여도 영향이 크다. 큰 정맥내 혈압이 상승하면 이것은 곧 간장내 혈압에 영향하여 압력을 올릴 것이며 같은 변화는 차례로 문맥을 지나서 문맥에 혈액을 공급하는 비장 기타 소화기 각부의 혈압을 올려야만 같은 크기의 혈액 유통량이 유지 될 수 있다(Anrep and Bulatao, 1925).

장관의 정맥과 소정맥에는 이 기관을 관류하는 혈액

량의 약 75%를 간직하며(Johnson and Hanson, 1963) 혈액의 필요가 있을때에 혈액을 공급하는 혈액저장고의 역할을 가지고 있다.

비장의 정맥계에도 다량의 혈액이 간직되어서 혈액 저장고로서의 역할을 가졌으며(Barcroft et al., 1932) 따라서 앞쪽의 정맥 혈압의 변동은 비장의 혈액 유통에 영향을 미치기 때문이다. 만일에 역행성으로 혈압이 올라가서 혈압차가 그전과 같이 유지되지 못하면 문맥을 거쳐서 간장으로 이르는 혈액 순환은 장애를 받으므로 이부분에는 혈액의 정체가 일어날 것이다. 따라서 소화기 각 부분에는 조직 혈액량이 증가하여야 한다. 반대로 간장보다 앞쪽에 있는 큰 정맥의 정맥 혈압이 감소하면 이상에 본 것과는 정반대의 일이 일어나야만 한다.

이 논문은 토끼에 있어서 사혈로써 정맥압을 내리거나 가슴속 하공정맥을 결찰하여 정맥압을 올리거나 하고 Cr<sup>51</sup>-표지 적혈구 회색법으로 소화기 각부의 조직 혈액량을 측정하는 것을 보고하는 것이다.

## 실험 방법

몸무게 2,000 그램 이상의 토끼 32마리(체중 평균 23 그램)20를 범뷰탈 마취하에 실험하였다. 정맥 혈압의 하강은 적당량의 사혈로써 일으켰고, 정맥혈압의 상승은 가슴속 하공정맥 결찰로써 일으켰으며 미리 고정맥에 연결한 수는 압력계로 혈압을 읽었다. 이러한 정맥 혈압의 변동에 앞서서 동물의 자가 적혈구를 Cr<sup>51</sup>로 표지한 것을 정맥내에 주입하여 조직 혈액량을 측정하였다. 고정맥 혈압의 대조값이 18.0 mmHg 이었는데 하공정맥 결찰이나 사혈로써 변동시킨 고정맥 혈압의 범위는 6~40 mmHg 이었다.

하공정맥 결찰은 최덕경(1961)에 따랐으며 토끼의 오른쪽 흉곽을 열고 하공정맥을 외과용 봉합사로 적당한 크기로 잘라내면 정맥압이 상승하였는데 수는 압력계로 읽으면서 희망하는 높이까지 이르도록 하였다. 그러나 정맥 혈압이 40 mmHg 이상에서는 동물이 곧 사망하여 실험을 계속할 수가 없었다. 가슴을 열고 정맥을 결찰한 후 다시 피부를 봉합하여 흉곽을 기밀히 하기까지에는 5분 전후의 시간이 걸렸다. 피부를 봉합한 후에 주사기로 흉곽 안에 남아있는 공기를 뽑아서 음압이 되도록 하였다. 그리고 이러한 조작 도중에 특별히 인공 호흡등은 시행하지 않았다.

정맥 혈압 하강은 혈액량을 체중의 5.1%로 잡고(박중선, 1964) 총혈액량의 16~25%인 25~40 ml를 경동맥으로부터 사혈하여 일으키게 하였다. 정맥 혈압은 대조값 20 mmHg 전후로부터 10 mmHg 이하까지도 떨어뜨릴 수 있었다.

자가 적혈구를 Cr<sup>51</sup>로 표지한 것을 정맥혈압 변화에 앞서서 2백만내지 3백만 Counts를 미리 정맥내에 주입하였으므로 위의 조작이 끝나고 조금 있으면 표지 적혈구 주입시간으로부터 10분가량의 시간이 지체하였는데 이것은 Cr<sup>51</sup>-적혈구가 신체 각 부분에 균등하게 퍼지는데 충분한 시간이라고 생각되었다(Gregersen, 1964).

표지 적혈구 주입후 10분(사혈 또는 정맥 결찰 후 20분가량) 동물을 희생하고 조직 혈액량 측정용 표본을 채집하였다. 먼저 정맥 혈액을 채집하여 계측된 방사능 계수를 조직 혈액량 산출의 기초로 삼았다. 다음에 동물의 복벽 및 흉벽 정중선을 열고 대동맥, 대정맥, 폐동맥 및 폐정맥을 지혈감자로 결찰하여 각 장기로부터의 혈액의 이동 소실을 방지하면서 밧통, 소장(때로는 십이지장을 독립적으로), 간장, 비장 및 다리의 비복근을 적출하였다. 채집한 표본의 표면에 붙은 혈액을 여과지로 닦고 밧통과 소장을 세로 가위로 갈라서 속에 남아있는 내용물을 제거하고 각 장기 조직의 무게를 잰다. 다음에 조직을 농염산에 담그고 끓여서 완전히 분해하여 조직 용해액을 만들었다. 조직 용해액과 혈액의 방사능 계수 비율로부터 조직 혈액량을 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{조직 혈액량}(\mu\text{l/gm}) = \frac{\text{매그램당 조직의 방사능계수}}{\text{ml 당 혈액의 방사능계수}}$$

적혈구를 Cr<sup>51</sup>로 표지된 달기는 Gray(1950) 및 Sterling(1950)법의 변형을 사용하였다. 즉 헵파린 첨가 혈액 8 ml에 acid citrate dextrose 용액 1ml의 비율로 첨가하고 30~40  $\mu\text{C}$ 의 Na<sub>2</sub>Cr<sup>51</sup>O<sub>4</sub> 용액을 첨가하여 37°C에서 45~60분 가온하였다. 다음에 100 mg의 아스코르빈산을 첨가하여 밖에 남아있는 6가의 크로뮴 이온을 3가의 크로뮴 이온으로 전환시켰다(Read, 1954).

방사능 계측은 혈액 및 조직 용해액 3 ml 표본을 사용하여 Tracerlab의 well scintillation counter로 계수하였다

## 실험 성적

고정맥 혈압의 변동과의 관련 아래에 관찰한 소화기 각부의 조직 혈액량 측정 성적을 제 1, 제 2, 제 3 표 및 제 4 표와 제 1, 제 2, 제 3, 및 제 4 도에 보인다. 일반적으로 정맥압이 커지는데 따라서 소화기 각부의 조직 혈액량이 증가하는 경향이 나타나 있으며 사혈로 정맥압이 낮아지면 조직 혈액량이 감소함이 보인다.

고정맥압 대조값이 18.0 mmHg 인데 이보다 적은 정맥압에서의 관찰은 사혈에 의한 것이었고, 이보다 높은 범위는 가슴속 하공정맥 결찰로 관찰된 것이었으며 정맥압 범위는 6~40 mmHg 사이이었다. 사혈로 일어나는 순환 혈액량의 감소에 불구하고 동일한 범주에서 논의할 수가 있다.

**Table 1. Venous pressure and tissue blood volume in rabbits. Experimental venous pressure smaller than control pressure indicates that of after hemorrhage and larger one is after V. Cava occlusion**

No	Venous pressure, mmHg		Tissue blood volume, $\mu\text{l}/\text{gm}$				
	Control	Exp.	Liver	Stomach	Spleen	Small intestine	M. gastrocnemius
1	18	10	59.9	12.2	62.1	30.1	10.0
2	18	10	43.1	20.1	51.7	33.1	13.2
3	18	10	56.5	16.0	76.8	20.4	18.2
4	20	6	76.8	15.6	63.6	23.8	15.6
5	24	8	61.6	15.1	69.9	16.5	15.9
6	14	—	95.5	16.3	112.3	17.6	12.2
7	20	12	70.9	14.5	31.5	31.3	13.8
8	20	12	52.6	19.1	120.2	15.9	16.8
9	22	14	100.6	15.3	82.2	18.6	33.9
10	20	—	67.8	28.5	140.6	31.3	9.8
11	18	—	73.0	19.3	67.1	23.1	
12	14	20	132.9	26.0	150.5	27.5	
13	14	18	97.1	28.5	120.9	28.0	
14	18	—	95.6	18.0	60.8	20.3	
15	20	—	93.3	17.6	55	22.2	
16	18	—	91.3	18.2	94.7	20.9	
17	16	—	111.4	25.0	120.3	19.1	
18	14	22	78.8	29.7	120.3	23.6	
19	14	22	130.9	21.7	142.7	23.5	
20	16	24	90.7	25.9	165.6	20.3	
21	16	22	102.4	20.1	162.9	27.4	
22	20	28	110.1	28.4	191.5	19.7	
23	20	26	90.3	18.4	192.0	21.2	
24	18	28	152.3	29.7	140.4	21.6	
25	20	28	115.1	26.2	186.3	20.0	
26	16	26	147.3	32.3	105.2	19.9	
27	20	30	159.7	25.6	180.6	31.0	
28	16	26	159.2	28.2	184.7	30.3	
29	20	30	155	31.3	152.2	33.1	
30	20	40	126	34.2	182.8	25.9	
31	18	40	159	28.1	155.0	37.2	
32	16	40	150	31.9	172.9	31.2	

**Table 2. Coefficients of correlation between femoral vein pressure (mmHg) and tissue blood volume ( $\mu\text{l}/\text{gm}$ )**

	Stomach	Spleen	Liver	Small intestine
r	0.704	0.723	0.791	0.358
P	<.001	<.001	<.001	<.05

밥통의 경우는 (제 1 도) 고정맥 혈압과 조직 혈액량 ( $\mu\text{l}/\text{gm}$ ) 사이의 상관 관계가  $r=0.704$  로서 (제 2 표) 조직 혈액량 변동의 50%가 정맥압 변동으로 설명됨을 나

타낸다. 또한 고정맥압의 변동을 일으킨 원인이 사혈이나 또는 하공정맥 결찰이나 관계없이 같은 범주에 논의할 수 있음을 가리킨다. 정상 대조 고정맥 혈압값인 18 mmHg에서 (제 4 표) 밥통의 조직 혈액량은  $21\mu\text{l}/\text{gm}$  으로서 다른 소화기 부분에 비하여 가장 적었다. 토끼 32 마리에서 얻은 밥통의 무게가 25.8 gm 이었는데 (제 3 표) 이 속에 든 총 조직 혈액량은  $555\mu\text{l}$  가 되었다. 이것은 체중의 5.1%로 잡은 총혈액량<sup>8)</sup>이 토끼의 체중이 평균 2320 그램이므로 118 밀리리터인데, 이에 대하여 0.47%의 크기를 차지하는 것이다. 정맥압이 최고로 올라간

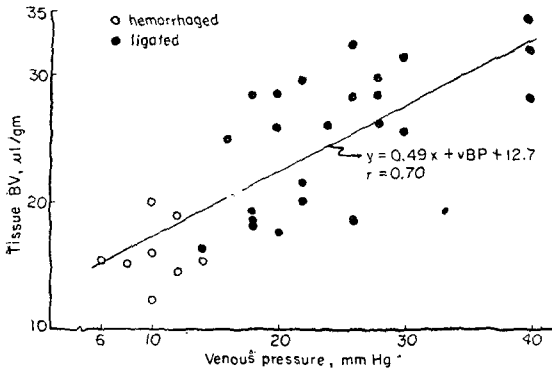


Fig. 1. Relationship between venous pressure and tissue blood volume of stomach.

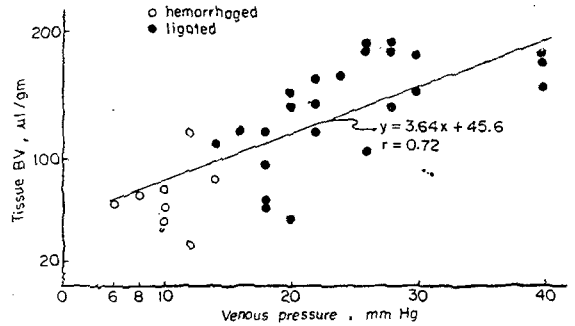


Fig. 2. Relationship between venous pressure and tissue blood volume of spleen.

40 mmHg에서는 조직 혈액량은 32  $\mu$ l/gm로서 밥통의 총 혈액량은 833 $\mu$ l에 이르러 총혈액량의 0.71%에 도달하는 크기이다. 고정맥압이 최하로는 사혈로써 6 mmHg까지 하강시켰었는데 이 경우에는 밥통의 조직 혈액량은 15.6 $\mu$ l/gm이었고 고정맥압이 8 mmHg인 경우에는 15.1 $\mu$ l/gm이란 값을 얻었다. 이리하여 고정맥압을 단계적으로 나누어서 10, 15, 18, 20, 25, 30, 40 mmHg의 7 단계로 하고 6~10을 10으로하여 11~15, 16~18, 19~20, 21~25, 26~30, 31~40의 사이에서 조직 혈액량의 평균치를 구한 것이 제 4 표 및 제 5 도이다. 제 5 도에서는 고정맥압의 증가에 따라서 밥통의 조직혈액량이 증가한 모습이 잘 나타나 있다.

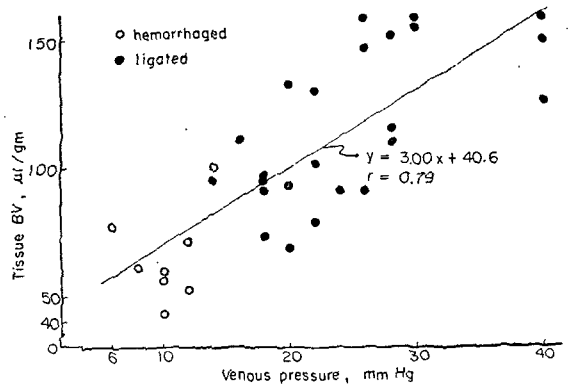


Fig. 3. Relationship between venous pressure and tissue blood volume of liver.

Table 3. Weight of organs(grams)

(N=32)

	Body weight	Stomach	Spleen	Liver	Small intestine	M. gastrocnemius
Mean	2,320	25.8	0.89	63.0	42.2	10.9
S.D.	326	9.28	0.425	16.85	11.36	4.42

비장의 조직 혈액량은 (제 2 도) 조직 무게 단위로 표시할 때 소화기 각부분 가운데서 제일 많았으며 정상대조 고정맥압 18 mmHg에서 111 $\mu$ l/gm의 크기이었다 (제 4 표). 고정맥압과 조직 혈액량 사이에는 비례 관계가 있어서 상관 계수는  $r=0.723$ 이었다. 즉 비장에 있어서도 밥통의 경우와 마찬가지로 조직 혈액량변동의 50%가 정맥압 변동으로 설명될을 가리킨다. 대조 고정맥압 18 mmHg에서 111 $\mu$ l/gm이어서 비장의 총 조직 혈액량은 평균 중량 0.89그램에 99 $\mu$ l가 들어 있어서 총 순환 혈액량의 0.084%가 되었다. 고정맥압 40 mmHg에서는 조직 혈액량은 191 $\mu$ l/gm, 총 조직 혈액량은 170 $\mu$ l

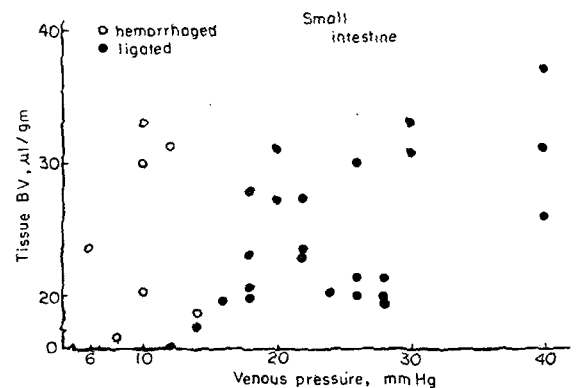


Fig. 4. Relationship between venous pressure and tissue blood volume of small intestine.

로서 총 순환 혈액량의 0.14%에 해당하는 크기이다. 고정맥압이 10 mmHg인 경우의 비장 조직 혈액량은 82  $\mu$ l/gm이었으며 동일한 고정맥압에서 무게 기준으로 표시한 조직혈액량은 항상 다른 소화기 부분보다 컸다.

간장은 중량이 평균 63.0그램으로서 (제 3 표) 복강내

Table 4. Venous pressure and tissue blood volume of stomach, spleen, liver, and small intestine

Venous pressure	10 mmHg		15		18		20		25		30		40	
	$\mu\text{l/gm}$	whole tissue $\mu\text{l}$	$\mu\text{l/gm}$	$\mu\text{l}$	$\mu\text{l/gm}$	$\mu\text{l}$	$\mu\text{l/gm}$	$\mu\text{l}$	$\mu\text{l/gm}$	$\mu\text{l}$	$\mu\text{l/gm}$	$\mu\text{l}$	$\mu\text{l/gm}$	$\mu\text{l}$
Stomach	17	454	20	516	21	555	23	580	25	642	27	706	32	833
Spleen	82	73	100	89	111	99	118	105	137	122	155	138	191	170
Liver	71	4,447	86	5,392	95	5,960	101	6,337	116	7,282	131	8,227	161	10,117
Small intestine	22	932	23	974	24	1,004	24	1,021	25	1,067	26	1,114	29	1,206

장기 가운데 가장 큰 것이며 또한 이 속에 들어있는 조직 혈액량의 절대량은 제일 대량이었다. 그러나 무게 기준으로 표시한 조직 혈액량은 비장보다는 적었고 다른 부분보다는 많았다. 무게 기준으로 표시한 간장의 조직 혈액량과 고정맥압 사이에는 고도의 상관 관계가 있어서  $r=0.791$  이었다. 이 관계를 제 3 도에 보인다. 즉 간장보다 앞쪽의 정맥내 혈압이 올라갈수록 혈액이 간장에 정체하는 분량이 많아짐을 단적으로 나타냈다. 정상대조 고정맥압 18 mmHg에서 간장의 조직 혈액량이 95 $\mu\text{l/gm}$  이어서 총 조직 혈액량은 5960  $\mu\text{l}$  이며 이것은 총 순환 혈액량의 5.1%가 된다. 고정맥압 40 mmHg에서는 조직 혈액량이 161  $\mu\text{l/gm}$  이었으며 (제 4 표, 제 5 도) 총 조직 혈액량은 10,117  $\mu\text{l}$  이어서 총 순환 혈액량에 대하여 8.6%가 된다. 고정맥압 10 mmHg에서 간장의 조직 혈액량은 71 $\mu\text{l/gm}$  이며 이 때에 간장에 보유되는 혈액량은 4447 $\mu\text{l}$  로서 총 순환 혈액량의 3.8%이었다.

소장의 조직 혈액량의 변동은 고정맥 혈압의 변동과 그리 밀접한 관계에 있지 않았다(제 4 도). 즉 둘 사이의 상관 계수는  $r=0.358$  에 지나지 않았으며 다른 부분에 비하여 상관도가 낮았다. 제 5 도와 같이 고정맥 혈압 변동을 제단적으로 구분하여 관찰하여도 고정맥압 증가에 소장 조직 혈액량 증가는 그다지 뚜렷하지 않았

고 다만 약간의 증가가 있었을 따름이다. 밥통이나 비장, 간장의 조직 혈액량 태도와는 달리 현저한 변동을 보이는 것은 아니었다.

복강 밖의 조직으로 오른쪽 비장근의 조직 혈액량을 보았는데 이것은 정맥압의 변동과 관계가 없었다. 모두 10 예를 검색한 조직 혈액량은(제 1 표) 평균 16  $\mu\text{l/gm}$  로서 복부 장기에 비하여 낮은 값이라 할 수 있다.

고 찰

이상 저자의 실험 성적을 개관하면 좌심장에서 출발하여 우심장에 이르는 체순환에 있어서 소화기 계통보다 앞쪽에 위치한 큰 정맥내 압력이 사혈로 하강하면 소화기 계통 조직 혈액량이 감소하며, 반대로 하공정맥 결찰로 큰 정맥내 혈압이 상승하는 경우에는 소화기 조직 혈액량이 증가하는 일이 뚜렷하다. 더구나 큰 정맥내 혈압 변동에 따라서 소화기 조직 혈액량의 절대치가 변동하는 모습은 무게 단위로 조직 혈액량을 표시할 경우에는 둘 사이에 직선적인 관계가 성립된다. 즉 정맥압과 조직 혈액량( $\mu\text{l/gm}$ )사이에는 상당히 고도의 상관도가 있어서 밥통 :  $r=0.704$ , 비장 :  $r=0.723$ , 간장 :  $r=0.791$  과 같이 이들 장기의 혈액량 변동의 50%는 정맥압 변동만으로도 설명이 가능하다. 다만 작은 창자에서는  $r=0.358$  로서 그다지 큰 상관성은 보이지 않았는데 다른 부분과 태도가 왜 상이한지는 설명할 수가 없었다. 복부 내장이 아닌 다리의 비복근 조직 혈액량은 정맥압 변동의 영향을 받지 않았는데 골격근에 저장되는 혈액량 및 혈관의 신전성(distensibility) 등이 소화기와는 상이한 일이 그 원인이라 믿어진다.

정맥압 변동에 따르는 조직 혈액량 변화는 아마 주로 정맥계통에서 일어난다고 생각된다. 정맥압이 상승할 경우 동맥 혈류저항이 같이 상승하므로(Johnson and Hanson, 1963) 동맥의 신전(distension)은 있다해도 별반 크지 않을 것이다. 또한 정맥압이 상승하여도 창자의 모세혈관 여과도 그리 증가하지 않으므로 모세혈관 용량이 정맥압 상승에 따라서 증가할 수 있다. 이런 요인들은 모두 정맥압 상승에 따르는 소화기 조직 혈액량

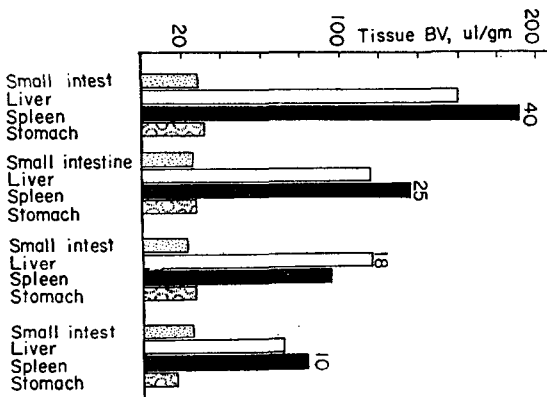


Fig. 5. Tissue blood volume( $\mu\text{l/gm}$ ) and venous pressure at 10, 18, 25, and 40 mmHg.

증가의 요인은 모세혈관을 포함한 정맥계통의 용량증가가 그기전이라 할 수 있다. 반대로 정맥압이 하강할 경우에도 신전성(distensibility)이 적은 동맥 계통의 용량 변화는 거의 없으며 신전이 큰 정맥 계통 용량의 감소가 그 기전이라 할 수 있다. 창자의 압력—용량 곡선은 직선이 아니고 S자형을 나타내며(Alexander and Edwards, 1953, 1954) 시간적인 지연이 있다고 하나 저자 실험과 같이 사혈 또는 하공정맥 결찰을 시행한 후 20분 가량까지는 압력—용량 곡선의 변화가 나타났다고 믿어진다.

사혈을 하면 동물의 순환 혈액량이 감소하며 기관의 조직 혈액량 감소가 발생하는데(박종선, 1964), 사혈에 동반하는 동맥혈압의 하강으로 인하여 조직을 관류하는 혈액 유통량의 감소로 조직 혈액량 감소를 설명하는 논문이 있다(Smythe, 1959). 한편 실험후 저혈량 상태에서는 정맥 환류량이 감소하며 심장박출량이 감소하므로(Guyton, 1955) 다른 조건이 일정하다 하더라도 말초기관에 대한 혈액 유통량이 감소하며 조직 혈액량이 감소하게 된다.

정맥 혈압이 하공정맥 결찰로 급성으로 상승하는 경우에는 심장박출량에는 변화가 없다고 하는바(최덕경, 1961), 이렇다면 소화기로 분포되는 심장 박출량 비율은 변화가 없다. 즉 하공정맥 결찰로 정맥압이 상승하여 소화기 조직 혈액량이 증가함은 앞서 고찰한 것이 정맥계통의 압력—용량 곡선 변화로 이 부분의 혈액 저장고로서의 역할에 의한 것이라 말할 수 있다.

조직 혈액량 변화를 각 장기별로 고찰하면 단위 무게에 대하여 비장이 가장 컸고 다음에 간장, 밥통, 작은 창자의 순서로 되었다. 간장에는 혈관확장을 일으키는 아드레날린 동작성  $\beta$ -수용기는 없다고 믿어지므로(Friedman, 1960) 혈류저항을 적극 변화하여 혈관 용량을 변화시키는 기전은 없다고 보겠으므로, 정맥압 변동에 따르는 조직 혈액량 변화는 수동적인 압력—용량 곡선의 변화에서 오는 것이라 생각할 수 있다. 정상 정맥압 18 mmHg에서 간장의 조직 혈액량이  $95\mu\text{l/gm}$ 이었는데 이 값은 李濟龍(1965)이 얻은  $95.7\mu\text{l/gm}$ 과 같은 크기인데, 정맥압이 40 mmHg에 이르면  $161\mu\text{l/gm}$ 으로 크게 증가하였으며, 정맥압 10 mmHg에서는  $71\mu\text{l/gm}$ 까지도 감소하였다. 이리하여 간장은 다량의 혈액을 간직할 수 있는 혈액 저장고로서의 역할을 가졌다고 하겠으며 혈관의 용압률(compliance)이 대단히 크다.

비장의 조직 혈액량은 정상 정맥압 18 mmHg에서  $111\mu\text{l/gm}$ 으로 문맥 계통 가운데서 가장 높은 값을 보였는데 이 값은 李濟龍(1965)의  $130.5\mu\text{l/gm}$ 에 비하면 조금 적은 값이다. 정맥압 10 mmHg에서  $82\mu\text{l/gm}$ 이며 40 mmHg에서는  $191\mu\text{l/gm}$ 으로서 넓은 범위에서 변화하였

다. 이렇게 다량의 혈액을 보유하는 혈액 저장고로서의 비장의 역할은 이미 알려졌다(Barcroft and Barcroft, 1923), 심장 박출량에 증가를 일으키는 조건에서는 비장 수축이 동반된다고 하는데(Barcroft and Stephens, 1927), 저자의 실험에서 사혈로 심장 박출량의 감소가 있을 경우에도 비장 수축(李濟龍, 1965)으로 저장했던 혈액을 구출하였을 것이므로 조직혈액량의 감소를 초래하였을 것이다. 하공정맥을 결찰하여 정맥압이 상승한 경우에 저자 실험과 같이 급성 실험에서는 심장 박출량은 변화가 없었는바(최덕경, 1961), 이 경우의 비장 조직 혈액량 증가는 비장보다 앞쪽 문맥혈압 상승으로 비장 혈관의 압력—용량 곡선의 태도 변화로서 나타난 것이라 하겠다.

밥통의 조직 혈액량은 정상 정맥압에서  $21\mu\text{l/gm}$ 이었는데, 이 값은 박종선(1964)의  $30\mu\text{l/gm}$ 에 비하면 적은 값이다. 밥통의 조직 혈액량은 정맥압 10 mmHg에서 17.40 mmHg에서  $32\mu\text{l/gm}$ 과 같이 비교적 좁은 범위에서 변동하였고 혈액 저장고로서의 역할은 적은 것이 나타나 있다.

정상 정맥압 18 mmHg에서 소화기 작부가 간직하는 조직 혈액량 총량은 간장이  $5960\mu\text{l}$ 로 가장 컸고 이것이 정맥압 변동에 따라서  $4447\mu\text{l}$ 내지  $10,117\mu\text{l}$  사이에 변동을 하였는데 이만큼 간장의 용압률(compliance, 容壓率)이 큰 것이 나타난 것이다. 작은 창자의 조직 혈액량 총량은  $1004\mu\text{l}$ 에 이르러 간장에 버금가는데 이것은 작은 창자 전체의 무게가 42.2그램으로 간장 다음으로 큰 것이 반영된 것이며 결코 무게 단위로 표시되는 조직 혈액량변동이 큰 것은 아니다.

이상 정맥압 변동으로 소화기에 조직혈액량 변동이 발생하였는데 혈관의 용압률이 큰 정맥계통이 용량을 변화시킨 때문이며, 무게 단위로는 간장과 비장에서 주로 일어나나, 총량 변동으로는 간장과 작은 창자가 주요한 변화 장소임을 지적할 수 있다.

## 결 론

토끼 32마리에서 사혈 및 하공정맥 결찰로써 고정맥에서 측정된 정맥압을 6~40 mmHg 범위에서 변화시키고 소화기 작부 즉 밥통, 간장, 비장, 작은 창자의 조직 혈액량 변동을 관찰하였다. 조직 혈액량 측정은  $\text{Cr}^{51}$ -표지 적혈구를 주입하고 이것의 기관내 분포의 크기로부터 산출하였다. 다음과 같은 성적을 얻었다.

1. 정상 고정맥압 18 mmHg에서 조직 혈액량은 비장이  $111\mu\text{l/gm}$ 으로 가장 컸고 다음 간장 95, 작은 창자 24, 밥통  $21\mu\text{l/gm}$ 의 순서이었다.

2. 정맥압 변동과 조직혈액량 사이에는 직선적 비례 관계가 있어서, 상관 계수가 비장에서  $r=0.723$ , 간장  $r=0.791$ , 밥통  $r=0.704$ 이었다. 작은 창자 조직 혈액

량은 정맥압 증감에 따라 같이 증감하였으나  $r=0.358$ 에 불과하였다.

복강밖에 존재하는 다리의 비복근 조직 혈액량은 정맥압 변동의 영향을 받지 않았다.

3. 정맥압 변동으로 무게 기준의 조직 혈액량 변동을 가장 크게 일으킨 장기는 비장이었으며 간장이 버금하였다. 그러나 혈액량 변동의 총량은 간장이 제일 컸고, 다음이 작은 차차이었다. 이것은 이들의 무게가 비장보다 월등하게 큰 것이 원인이었다.

4. 조직 혈액량 변동의 기전은 정맥계통의 용압률이 큰 때문이라 생각되었다.

### REFERENCES

Alexander, R.S., W.S. Edwards, and J.L. Ankeney: *Distensibility characteristics of portal vascular bed. Circulation Res. 1: 271, 1953.*

Alexander, R.S.: *Influence of constrictor drugs on distensibility of splanchnic venous system, analyzed on basis of aortic model. Circulation Res. 2:140, 1954.*

Anrep, G.V., and E. Bulatao: *Observations on the pulmonary circulation. Pulmonary circulation in the heart-lung preparation. J. Physiol. 50: 175, 1925.*

Barcroft, J., and H. Barcroft: *Observations on the taking up of carbon monoxide by the haemoglobin in the spleen. J. Physiol. 58:138, 1923.*

Barcroft, J., and J.G. Stephens: *Observations upon the size of the spleen. J. Physiol. 64:1, 1927.*

Barcroft, J., Y. Nishimaru, and G. Ray: *Observations on the time taken for corpuscles to traverse the liver. J. Physiol., 74:44, 1932.*

崔德瓊: 흉곽내 하공정맥을 결찰한 토끼의 혈액과 복수 사이의 단백질 교환에 관한 실험. 서울의대잡지, 1:269, 1961.

최덕경: 흉곽내 하공정맥을 결찰한 토끼의 심장 박출량

및 장기 혈액 유통량. 서울의대잡지 1:339, 1961.

Friedman, J.J.: *Alterations in tissue blood volume induced by tourniquet. Am. J. Physiol. 198: 886, 1960.*

Gray, S.J., and K. Sterling: *The tagging of red cells and plasma protein with radioactive chromium. J. Clin. Invest. 29: 1604, 1950.*

Gregersen, M.I.: *A practical method for the determination of blood with the dye T-1824. J. Lab. & Clin. Med. 29:1266, 1964.*

Guyton, A.C.: *Determination of cardiac output by equating venous return curve with cardiac response curves. Physiol. Rev. 35: 123, 1955.*

Johnson, P.C., and K.M. Hanson: *Relation between venous pressure and blood volume in the intestine., Am. J. Physiol. 204:31, 1963.*

李濟龍: 토끼에 있어서 화상, 지혈대 결찰 및 수소이온 농도의 총혈액량과 조직 혈액량에 미치는 영향. 서울의대잡지 6:21, 1965.

남기용, 김철, 신동훈: 생리학. 서울: 동명사, 1964, 281.

박종선: 토끼에 있어서 실혈, 과잉수혈 및 에피네프린으로 일어나는 조직혈액량의 변화. 서울의대잡지 6:109, 1964.

Read, R.C.: *Studies of red-cell volume and turnover using radiochromium, description of new "closed" method of red-cell volume measurement. New England J. Med. 250:1021, 1954.*

Smythe, C.M.: *Effect of hemorrhage on hepatic blood flow determined by radioactive colloidal chromic phosphate removal. Circulation Res. 7:268, 1959.*

Sterling, K., and J.S. Gray: *Determination of circulating red cell volume in man by radioactive chromium. J. Clin. Invest. 29: 1614, 1950.*