

# 홍박내 하공정맥을 결찰한 토끼의 심장박출량 및 장기 혈액 유통량

서울대학교 의과대학 생리학교실  
(지도 남 기 용 교수)  
최 덕 경

## 머 리 말

심실이 한번 박동할 때마다 밀어내는 혈액량과 그 이후에 순환계 안에서 일어나는 신체 각 기관에 대한 혈액유통량의 크기는 동물에 따라 다르고<sup>(1)</sup>, 같은 동물에서도 병적일 때와 건강할 때에 따라서 차이가 있다<sup>(2)</sup>. 또한 건상한 개체일지라도 활동, 휴식, 정신적 영향(에컨대 불안, 공포, 흥분, 불유쾌등)등과 같이 조건에 따라서 변동한다<sup>(3)</sup>.

표리표 물질을 혈관계 내에 단일 주입하면, 이 물질이 각 기관 장기에 분포되는 크기는 주사후 초기에는 기관의 혈액 통량에 비례할 것이다. 이상적으로는 표리표 물질이 혈류에 운반되어서 기관에 들어오면 아무런 방해없이 모세혈관벽을 단시간에 투과 이동하여 나가서 기관에 축적되는 경우가 있다면, 이 때에 기관내에 존재하는 물질의 분량은 바로 혈액 유통량을 단적으로 나타낸다. 이 경우에는 표리표 물질은 정맥으로는 나오지 않으며 추출율(extraction ratio)은 1.0으로서 콩팥에서 사용되는 PAH가 여기 가까운 성질을 가졌다. 표리표 물질을 혈관계에 단일 주입하고 심장박출량 측정과 아울러, 주사후 가능한한 짧은 시간에 즉 정맥으로 유출되는 표리표 물질의 분량을 적게 하여서 어떤 기관에 대한 심장박출량 분포 및 혈액 유통량을 측정하면<sup>(4,5,14)</sup> 이상적이 아니지만 무던히 정확하게 측정한다 하겠다.

본 논문은 이상에 논의한 것 같이, 토끼에서 radio iodinated serum albumin(RISA)을 표리표 물질로 사용하면서 이 물질을 혈관계 안에 주입한 30초 전후의 짧은 시간에 동물을 희생하여 심장 박출량 분포율(fractional distribution of cardiac output)을 측정하는 것이며, 이것을 홍박내 하공정맥을 결찰한 동물에서 결찰 후 30분 및 10여일 후에 관찰하고 정상대조군과 비교 검토하였다. 또한 홍박내 하공정맥을 결찰하였을 때에 순환계의 기능에 변화가 나타나며 결찰 직후의 태도와 결찰후 시일이 지나서 간경변증이 일어났을 때에는 태도가 상이하였으며, 이것을 표리표 물질의 회식 곡선의

차이로서 관찰하였다.

## 실 험 방 법

33마리의 토끼를 실험 전일에 절식시키고 Nembutal 마취하에 (30mg/kg 체중) 실험하였다. 하공정맥(vena Cava inferior)을 홍박내에서 그 자연 크기의 1/2로 결찰하면 결찰후 10일 전후에 80ml 가량의 복수가 발생하고 간장에는 경변증의 변화가 발생하는 바<sup>(6)</sup>, 본 실험에서도 같은 술식에 의하여 홍박내 하공정맥을 결찰하였다. 14마리의 토끼를 정상 대조군으로 사용하였으며, 9마리는 홍박내 하공정맥을 결찰한 후 30분에 실험한 것이며(급성 결찰군), 10마리에서는 홍박내 하공정맥 결찰후에 10여일이 지나서 복수가 발생한 다음에 실험한 것(만성 결찰군)이다.

실험의 줄거리는 다음과 같았다. 토끼의 심장 박출량을 Stewart-Hamilton의 방법<sup>(7)</sup>에 의하여 Radio iodinated serum albumin (RISA, 미국 Abbott Co. 제조의 것)을 indicator로 하여 측정한 다음 약 30초 전후하여 포화 염화칼리움 (KCl) 용액을 5ml/kg의 비율로 경정맥에 주입하면 1,2초 내에 심장 박동 정지로 동물은 희생 되었다. 각 장기의 심장 박출량 분포율(fractional distribution of cardiac output) 측정은 각 장기에 포함되는 방사능을 측정하여 다음 식으로 산출하였다.

$$\frac{I^{131} \text{ in organ}}{I^{131} \text{ injected}} \times 100$$

이렇게 얻은 심장 박출량 분포율로부터 각 기관의 무게 배 그래프에 대한 혈액 유통량을 계산하여 비교하였다.

심장 박출량 측정에 있어서는 10microcuries의 RISA를 경정맥에 빠르게 1초시간 이내에 주입하고 반대측 경동맥으로부터 회전 원판위에 장치한 접시(8)에 동맥혈을 연속 채혈하였다. 원판의 회전속도는 1분에 90개 가량의 표본을 얻는 크기이었다. 동맥혈 연속 채혈에 있어서 접시와 경동맥 사이의 포리에치렌[튜브]의 길이는 가능한 한 짧게 하였다. RISA 주입은 "튜버크린" 주사기를 사용하였으며 주사전후에 주사기 무게를 재서 주

입한  $I^{131}$ 의 계수(Count)를 났다.

각 장기의 심장박출량 분포율의 측정은 다음과 같았다. 동물이 희생된 즉시로, 간장, 소장, 심장, 콩팥 비장을 적출하고 장기 표면에 묻은 혈액을 여과지로 닦은 후에, 기관의 무게를 측정하였다. 각 장기는 6NHCl 용액 속에서 3내지 4시간 가열 분해시킨 후 그 일부 0.5ml를 덜어서  $I^{131}$ 의 방사능을 측정하였다.

$I^{131}$ 의 방사능 측정은 well scintillation counter (Tracerlab)로 하였다.

RISA 희석곡선의 시간에 대한 측정은 wood와 Swan (9,10)이 정의 한바에 의해서 했다.

**실험 성적**

**RISA의 희석곡선(dilution Curve):** 토끼에서 얻은 RISA의 희석곡선 성적을 제1, 제2, 제3 표 및 제1도에 표시한다. 정상 토끼 14마리에서 각 시간 측정은 평균치로 다음과 같았다. 출현시간(appearance time)이 2.6초, 최고농도시간(peak concentration time)이 5.5초, 통과시간(Passage time)이 11.5초, 재순환시간(recirculation time)이 10.9초이었다.

<Table 1> Time constants of RISA dilution curves in normal rabbits.

No	Time	A. T. sec.	P. T. sec.	R. T. sec.	P. C. T. sec.
1		2.4	9.4	8.9	4.1
2		2.2	9.5	7.3	5.0
3		2.3	14.8	11.7	6.2
4		2.5	10.5	14.2	5.0
5		2.3	13.3	12.5	5.5
6		2.1	11.4	11.4	5.0
7		2.5	9.3	6.2	4.3
8		2.4	7.7	7.7	4.1
9		4.1	13.0	13.0	8.1
10		2.3	9.1	10.8	5.8
11		2.7	10.9	11.6	5.4
12		3.0	10.5	10.5	6.0
13		2.8	16.8	14.0	4.2
14		2.5	15.1	12.6	8.4
Mean		2.6	11.5	10.9	5.5
S. D.		0.30	2.65	2.97	1.49
S. E. M.		0.08	0.74	0.71	0.41

A. T.: Appearance time  
 P. T.: Passage time  
 R. T.: Recirculation time  
 P. C. T.: Peak concentration time

RISA의 희석곡선으로 부터 계산한 토끼의 심장박출량은 평균 211ml/min 이었으며 체중을 기준으로 하면 96ml/kg/min 이었고 심장지수(Cardiac index)는 평균

치 표면적 0.18m<sup>2</sup>에 대하여 1.17 l/m<sup>2</sup>/min 이었다.

급성 결찰군에서의 여러 측정치는 7마리에서 다음과 같았다. (제2표), 출현시간 2.5초, 최고농도시간 4.8초 통과시간 9.5초, 재순환시간 9.5초이었다.

<Table 2> Time constants of RISA dilution curves in acute thoracic vena caea inferior occluded rabbits.

No	Time	A. T. sec.	P. T. sec.	R. T. sec.	P. C. sec.
26		2.5	10.6	10.3	4.7
28		2.4	9.4	10.0	4.1
29		2.4	12.3	8.9	5.3
30		3.0	9.0	9.5	5.5
31		2.7	8.5	10.1	5.3
32		2.5	8.5	9.5	4.5
33		2.0	8.0	8.5	4.0
Mean		2.5	9.5	9.5	4.8
S. D.		0.28	1.39	0.60	0.56
S. E. D.		0.11	0.57	0.24	0.23
P.		insig	< .51	> .1	> .1

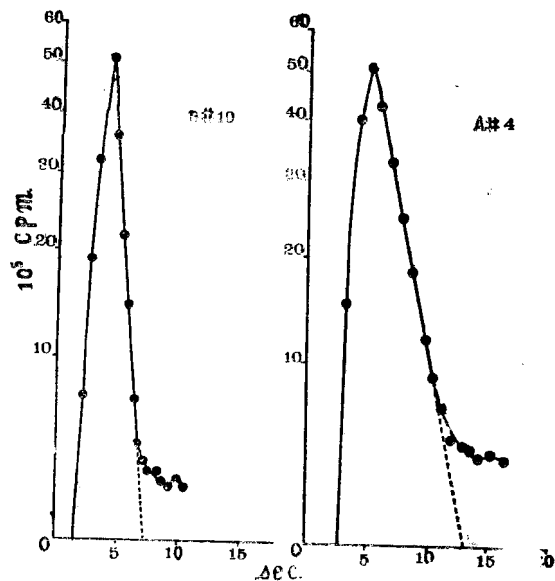
정상군에 비하면 재순환시간이 짧아졌을 뿐 (p < .01)이며 RISA 희석곡선의 그 밖의 형상, 시간경과등은 별다른 차이가 없었다. 그러나 일반적으로 RISA 희석곡선의 여러 측정치는 단축되는 경향을 보였다.

급성군에서 심장박출량은 176ml/min. 이었으며, 체중을 기준으로 하면 83ml/kg/min이었고 심장지수는 1.17 l/m<sup>2</sup>/min 으로서 정상군에 비하여 차이를 보이지 않았다.

만성 결찰군에서의 여러 측정치는 10마리에서 다음과 같았다(제3표). 출현시간 1.9초(p < .01), 최고 농도시간 4.0초(p < .01), 통과시간 8.9초(p < .01), 재순환시간

<Table 3> Time constants of RISA dilution curve in chronic thoracic vena cava inferior occluded rabbits.

No.	Time.	A. T. sec.	P. T. sec.	R. T. sec.	P.C.T. sec.
15		1.8	9.4	10.6	3.0
16		2.3	10.4	10.2	4.0
17		2.0	9.5	8.5	4.0
18		1.9	12.0	12.0	4.4
19		1.6	6.0	9.0	4.2
20		1.5	7.0	7.5	3.5
21		1.6	10.0	8.5	4.2
22		2.3	8.6	8.6	3.9
23		2.3	9.1	9.7	5.1
24		1.6	6.9	6.9	3.2
Mean		1.9	8.9	9.2	4.0
S. D.		0.30	1.44	1.44	0.58
S. E. M.		0.10	0.48	0.48	0.10
P.		< .01	< .01	< .01	< .01



[Fig. 1] RISA dilution curves. A; normal rabbits, B; chronic vena cava inferior occluded rabbits. Time constants of dilution curve in B is shortened.

9.2초(p < .1)로서 정상군에 비하면 재순환시간을 제외하고 모두 유의한 차이를 보였다.

제 1 도에서 보다싶이 만성 결찰군에서는 RISA 를 정맥에 주입한 후에 빨리 RISA 가 출현하였고, 최고 농도에 달하는 시간이 단축되었으며 주입된 RISA의 뭉치가 한번 지나가는 통과시간이 단축되며, 이러한 결과로 RISA의 뭉치가 말초를 걸쳐서 다시 나타나는 재순환시간도 단축되어 있었다. 그러나 급성 결찰군과 비교하면 RISA의 회색곡선은 유의한 차이를 보이지는 않았다.

만성군에서 심장박출량은 272 ml/min. 이었으며, 체중을 기준으로 하면 137 ml/min 이었고, 심장지수는 2.27 l/m<sup>2</sup>/min. 이었다. 이들 수치는 정상군에 비하면 월선(p < .01) 증가되어 있는 것이었다. 즉 흉곽내의 하공정맥을 10여일 전에 봉로 결찰하면 복수가 발생하고 간경변증이 나타나는 바 이러한 만성 결찰군에서는 주입된 RISA의 뭉치가 정맥계통으로부터 심장을 경유하여 동맥으로 운반되는 시간이 단축되며 여기에 수반하여 심장박출량의 증가가 있었다.

**RISA 의 각 장기내 분포**

RISA 의 각 장기내 분포로부터 산출되는 심장박출량의 분포율을 제4, 제5, 제 6 표에 표시한다. 정상대조군 7 마리는 RISA 주입후 평균 31초에 KCl 용액으로 희생시킨 토끼인데, 심장박출량 분포율은 간장 2.75%, 소장 0.69%, 심장 0.53%, 콩팥 1.03%, 비장 0.027%의 크기로서 간장에서 제일 큰 값을 보였다.

흉곽내 하공정맥을 결찰한 후 30분에 관찰한 급성 결찰군에서는 동물의 희생시간은 29초 이었으며 심장박출

<Table 4> Cardiac output and fractional distribution in normal rabbits.

No	Body weight gm.	Cardiac output ml/min.	Surface area m <sup>2</sup> .	Cardiac index l/m <sup>2</sup> /min	Killing time sec.	$\frac{I^{131} \text{ in organ}}{I^{131} \text{ injected}} \times 100 (\%)$				
						Liver	Gut	Heart	Kidney	Spleen
1	2160	213	0.16	1.33	20	4.29	0.41	0.31	1.09	0.016
2	2460	402	0.28	1.43	20	5.85	0.47	0.58	1.13	
3	2120	152	0.15	1.01	50	3.41	0.64	0.58	1.45	0.013
4	2040	97	0.12	0.81	17	1.52	1.11	1.16	0.83	0.060
5	2140	166	0.15	1.11	32	1.63	0.38	0.32	0.62	0.011
6	2400	200	0.25	0.80	60	0.92	0.16	0.24	0.90	0.038
7	2280	279	0.20	1.40	20	1.62	1.72	0.53	1.17	0.027
8	2400	168	0.25	0.67						
9	1920	221	0.10	2.21						
10	2520	234	0.31	0.75						
11	2120	312	0.15	2.08						
12	2420	244	0.25	0.98						
13	1900	160	0.10	1.60						
14	1900	101	0.10	1.01						
Mean	2207	211	0.18	1.17	31.3	2.75	0.69	0.53	1.03	0.027
S. D.	66.5	80.24	0.023	0.40	4.87	1.69	0.49	0.21	0.23	0.016
S.E.M.	18.5	22.28	0.0063	0.11	1.99	0.69	0.20	0.086	0.094	0.0066

량 분포율은, 간장 5.38%, 소장 1.02%, 심장 0.46%, 하면 장기 분포율이 증가하였으며 특히 간장에서는 현  
 콩팥 1.12%, 비장 0.042%의 크기이었다. 정상군에 비 치한 증가가 (p < .01) 있었다.

<Table 5> Cardiac output and fractional distribution in acute vena cava inferior constricted rabbits.

No	Body weight gm.	Cardiac output ml/min.	Surface area m <sup>2</sup> .	Cardiac index l/m <sup>2</sup> /min.	Killing time sec.	<sup>131</sup> I in organ / <sup>131</sup> I injected ×100 (%)				
						Liver	Gut.	Heart	Kidney	Spleen
25	2240				23	1.74	0.41	0.29	0.53	0.031
26	1690	162	0.14	1.16	42	7.87	1.34	0.56	1.11	0.066
27	1880				40	7.89	1.68	0.57	1.93	0.041
28	2000	222	0.15	1.48	30	6.00	0.78	0.31	1.16	0.061
29	2180	104	0.13	0.80	31	8.89	1.43	0.49	1.37	0.012
30	2540	139	0.17	0.82	27	5.37	1.02	0.51	0.95	0.082
31	2520	230	0.17	1.19	24	3.01	1.34	0.62	1.74	0.012
32	1900	130	0.15	0.87	24	5.82	0.88	0.28	1.07	0.046
33	2140	275	0.16	1.72	23	1.76	0.16	0.49	0.22	0.028
Mean	2120	176	0.15	1.17	29	5.38	1.02	0.46	1.12	0.042
S. D.	84.50	54.34	0.014	0.31	6.83	0.25	0.46	0.26	0.22	0.0073
S. E. M.	29.95	22.27	0.005	0.13	2.42	0.088	0.16	0.093	0.076	0.0026
P. VS normal.		insig.				< .10	insig.	insig.	===	> .05

만성 결찰군은 10마리를 관찰하였는데 동물의 희생 시  
 간은 27초이였으며 심장박출량 분포율은 간장 4.1%, 소  
 장 0.73%, 심장 0.34%, 콩팥 0.88%, 비장 0.042%의  
 크기이었다. 간장에서 정상 토끼의 2.75%에 비하여

4.1%로 증가하였으나 (p > .05) 급성군에 비하면 현저하  
 지 않았고 심장 및 콩팥에서 증가를 보였으나 그리 유  
 의한 것은 아니었다.

<Table 6> Cardiac output and fractional distribution in chronic vena cava inferior constricted rabbits.

No	Body weight gm.	Cardiac Output ml/min.	Surface area m <sup>2</sup> .	Cardiac Index l/m <sup>2</sup> /min.	Killing time sec.	<sup>131</sup> I in organ / <sup>131</sup> I injected ×100 (%)				
						Liver	Gut.	Heart	Kidney	spleen
15	1880	215	0.09	2.93	34	4.15	0.67	0.28	0.84	0.032
16	1710	154	0.06	2.57	29	5.24	0.51	0.41	0.86	0.041
17	1920	419	0.10	4.19	20	4.45	0.61	0.54	0.83	0.011
18	1700	102	0.06	1.71	30	2.71	0.92	0.34	1.14	0.085
19	2200	336	0.17	1.97	24	4.01	1.10	0.24	1.45	0.045
20	2220	240	0.18	1.33	25	3.01	0.54	0.24	0.62	0.025
21	2020	222	0.12	1.85	24	2.34	0.40	0.21	0.51	0.025
22	2160	391	0.17	2.30	30	3.82	0.50	0.43	0.63	0.049
23	1920	290	0.10	2.90	30	6.02	1.40	0.29	1.10	0.082
24	1980	354	0.11	3.22	20	5.27	0.54	0.36	0.69	0.013
Mean	1976	272	0.12	9.27	27	4.10	0.73	0.34	0.88	0.042
S. D.	5228	91.92	0.013	0.92	4.45	1.21	0.31	0.10	0.27	0.025
S.E.M.	1742	30.64	0.0044	0.31	1.48	0.40	0.10	0.033	0.09	0.0083
P. VS normal.		> .1		< .01		7.05	insig	> .05	< .15	insig.

장기 혈액 유통량(Organ blood flow)

혈액 유통량 성적을 제7, 제8, 제9 표에 표시한다. 7마  
 리의 대주군에서 평균치로 간장 0.12, 소장 0.014, 심장  
 0.24, 콩팥 0.17, 비장 0.052 ml/gm/min 이었다.

급성 결찰군에서는 간장 0.17, 소장 0.031, 심장 0.17  
 콩팥 0.12, 비장 0.024 ml/gm/min 이었다. 정상 대조

군에 비하면 간장과 소장에서 증가하였고 심장, 콩팥,  
 비장에서는 감소하였지만 모두 유의한 변화는 아니었다.

만성 결찰군에서 장기의 무게 매 그램 당 매분 혈액  
 유통량은 간장에서 0.27ml로서 대조군(P < .01) 보다 증  
 가되었다. 소장에서는 0.035ml 이였으며 정상군 보다 증  
 가하였으나 크게 유의하지 않았다 (P < .1). 심장에서는

<Table 7> Blood flow values by RISA fractionation method in normal rabbits. (ml/gm/min)

臟器名 No	Liver	Gut.	Heart	Kidney	Spleen
1	0.18	0.009	0.15	0.18	0.040
2	0.40	0.013	0.47	0.29	
3	0.10	0.010	0.21	0.18	0.023
4	0.03	0.012	0.28	0.07	0.063
5	0.05	0.006	0.12	0.08	0.022
6	0.03	0.003	0.10	0.13	0.080
7	0.08	0.044	0.32	0.24	0.085
Mean	0.12	0.014	0.24	0.17	0.052
S. D.	0.12	0.0029	0.11	0.074	0.025
S.E.M.	0.0492	0.00112	0.0451	0.0303	0.0102

<Table 8> Blood flow values by RISA fractionation method in acute thoracic vena cava inferior occluded rabbits. (ml/gm/min)

臟器名 No	Liver	Gut.	Heart	Kidney	Spleen
26	0.24	0.041	0.21	0.148	0.020
28	0.26	0.038	0.15	0.168	0.010
29	0.15	0.028	0.11	0.028	0.011
30	0.16	0.028	0.13	0.073	0.012
31	0.11	0.055	0.27	0.214	0.019
32	0.15	0.022	0.08	0.103	0.046
33	0.10	0.008	0.26	0.040	0.049
Mean	0.17	0.031	0.17	0.12	0.024
S. D.	0.057	0.014	0.031	0.055	0.015
S.E.D.	0.0254	0.00621	0.0138	0.0246	0.00688
P. VS normal	insig.	insig.	insig.	insig.	insig.
VS chronic	<.05	insig.	<.01	>.05	<.01

<Table 9> Blood flow values by RISA fractionation method in chronic thoracic Vena Cava inferior occluded rabbits. (ml/gm/min.)

No.	Liver	Gut.	Heat	Kidney	Spleen
15	0.20	0.019	0.15	0.16	0.083
16	0.19	0.011	0.18	0.13	0.093
17	0.14	0.032	0.59	0.30	0.062
18	0.27	0.015	0.10	0.12	0.146
19	0.26	0.036	0.18	0.33	0.176
20	0.14	0.013	0.13	0.11	0.072
21	0.11	0.100	0.11	0.09	0.059
22	0.30	0.028	0.39	0.19	0.226
23	0.38	0.051	0.22	0.31	0.310
24	0.40	0.022	0.32	0.21	0.060
Mean	0.27	0.035	0.24	0.20	0.13
S. D.	0.094	0.025	0.14	0.094	0.080
S.E.M.	0.0313	0.00822	0.0466	0.0313	0.0266
P. VS normal.	<.01	<.0	insig.	insig.	<.01

0.24 ml로 정상군과 같은 것이었으나 급성 결찰군에 비하면 유의하게 ( $P < .01$ ) 증가되어 있었다. 콩팥에서는 0.20ml이었으며 급성군보다 증가되었다. ( $P > .05$ ). 비장에서는 0.13ml로서 정상군 ( $P < .01$ ) 및 급성군 ( $P < .01$ )에 비하여 크게 증가한 값이었다.

### 고 찰

어떤 단일 기관에서 혈액유통량을 측정하고 이 때의 심장박출량을 측정하면 그 기관에 대한 심장박출량분포율의 크기가 계산된다. 콩팥에서 PAH를 사용하여서 콩팥에 대한 혈액 유통량을 측정하는 바, 이것이 비교적 용이하고 정확하게 측정되는 것은 잘 아는 바이다. 이것은 PAH가 콩팥의 혈관계를 동맥계통으로 부터 정맥계통을 향하여 한번 운반될 때 거의 1.00에 가까운 추출율(extraction ratio)을 보이는 것을 이용하기 때문이다. 그러나 PAH는 다른 기관에서는 추출율은 1.0보다 훨씬 작고 또 기관에 따라서 상이하므로 다른 기관에 대한 혈액 유통량 측정에는 사용할 수가 없다. 본 논문과 같이 몇개의 기관 장기에서 동시에 심장박출량 분포율 및 혈액유통량을 측정함에는 PAH 같은 물질은 만족하지 못한 것으로써 여기에 RISA를 선택한 것이다. 심장박출량 분포율을 측정하는 원리는 어떤 기관이 RISA 같은 표리표 물질을 섭취(Uptake)하는 크기는 혈액 유통량의 크기, 동맥혈 속의 표리표 물질의 농도 및 이 물질의 추출율이 결정한다는 것이다. 표리표 물질의 추출율이 1.00이라면 재 순환(recirculation)은 전혀 나타나지 않을 것이다. 그러나 현재까지는 이런 물질이 발견된 것이 없다. RISA의 회색곡선을 반대수지에 시간의 함수로 나타내고 농도의 감소곡선이 직선상에 있음을 extrapolate하면 이것은 재 순환이 없을 때의 동맥혈중의 농도를 나타내는 것이다. 그러나 제 1도의 회색곡선에서 보다 깊이 실제의 곡선은 extrapolate한 직선보다 위에 존재하는 바 이것은 주입한 동위원소의 재 순환 때문에 나타난 것이다.

각 장기에 의한 RISA의 섭취율을 측정하는데 있어서 동물의 희생시간이 영향을 미친다. 토끼에서 총순환시간(total circulation time)은  $1.01 \pm 0.7$ 초(11)인 바 본 실험에서 희생시간은 30초 전후이 있으므로 각 장기가 RISA의 덩어리를 받은 회수는 3회 내지 4회의 재 순환을 받은 것이다. 재 순환되는 RISA의 크기는 제 1도에서 보는 것과 같이 그 때마다 격감하여지며 각 장기에 대한 분포율에 따라서 먼저 섭취된 것에 첨가될 것이다. 이렇게 하여 쌓인 RISA의 분량을 본 실험에서 측정한다.

### RISA의 회색곡선

흉막내 하공정맥을 결찰한 토끼에서 회색곡선의 시간적 경과가 빠르게 나타났다. 결찰후 30분 밖에 지나지

않은 때에 관찰한 토끼에서는 시간적 경과의 단축이 크지 않지만 10여일이 지나서 간경변증과 복수가 발생한 토끼(6)에서는 크게 단축되어 있어서 곡선 전체의 모습이 정상 토끼에 비하여 뾰족하게 되어 있었다. 정맥 계통에 주입된 RISA의 덩어리가 폐장과 심장을 걸쳐서 동맥 계통으로 통과하여 나오는 시간이 단축되었던 것은 출현시간(appearance time)의 단축으로 표시되어 있다. 이 관계는 최고농도시간(Peak concentration time)의 단축으로도 표현되어 있다. 통과 운반되는 RISA의 덩어리 자체도 간경변증이 발생한 토끼에서는 혈액이란 매체의 좁은 범위에 퍼지면서 운반되어 가는 바 회색곡선의 형상이 뾰족한 것으로 표시되어 있다. 간경변을 일으킨 토끼에서 정맥계의 울혈이 발생하고 이차적으로 문맥압이 높아지고(12) 말초혈관의 확장이 발생하는 바(13) 이들 요인이 어떻게 작용하여서 정맥에 주입된 RISA의 덩어리를 빠르게 운반하는가는 무어라 말할 수 없다. 심장박출량에 있어서도 간경변을 일으킨 토끼에서 정상대조군의 거의 2배로 증가하여 있어서 심장지수가 정상동물의 1.17/m<sup>2</sup>/min에 대하여 2.27 l/m<sup>2</sup>/min의 크기를 보였다. 사람에서도 간경변 환자에서 심장 박출량의 증가가 보고되어 있다(2).

급성 결찰군 즉 흉곽내 하공정맥을 자연 크기의 혈로 절라낸 후 30분에는 순환계 활동에 아직 변화가 나타나지 않아서 심장지수는 정상과 같이 1.17 l/m<sup>2</sup>/min을 유지하는 것이며, 시일이 경과하여 간경변증이 발생하여서 비로소 순환계의 태도가 달라지는 것이라 하겠다.

**RISA의 분포율**

한번만 주입한 RISA의 분포율이 정상 토끼에서 간장에 제일 크고 콩팥이 버금가고 있는 바, 이관계는 하공정맥을 절찰한 후 시간이 짧거나 오래단간에 상관없이 그냥 유지되고 있다. 다만 간장에서는 분포율이 정상 2.75%에 대하여 만성군에서 4.10%로 증가하여서 간경변증에 따르는 말초 혈관계의 확장(13)의 한 표현이기도 하다. 그러나 간장에 혈액 공급의 일역을 맡는 소장에서는 RISA 분포율에 유의한 변화는 없었다. 따라서 간동맥을 경유하는 분포율이 증가 하였다. 하겠다. 콩팥에 대한 분포율이 상당한 크기를 차지하는 것이나 하공정맥 절찰이 콩팥 혈관계에는 큰 영향을 미치지 않고 다만 약간의 감소만을 보이고 있다. 하공정맥 절찰의 영향이 제일 크게 미치는 것은 간순환계임을 말하고 있다.

혈액 유통량도 대략 RISA의 분포율에 비등하게 변동하는 것이어서 간장에서 증가하며 특히 간경변증이 발생한 만성군에서 현저하다. 만성군에서는 RISA 분포율과 같이 콩팥의 혈액 유통량의 감소가 보이나 유의한 것은 아니었다. 즉 혈액 유통량에 있어서도 흉곽내 하공정맥 절찰의 영향은 간순환에 직접 파급하고 다른 부분의 순환에는 직접적인 연관이 없었다.

이상 고찰한 바와 같이 흉곽내 하공정맥을 자연 크기의 혈로 절찰하여도 그것 자체로는 순환계 활동 태도에 변동을 안가져오는 것이어서 심장 박출량 RISA의 회색곡선, RISA의 각 장기내 분포율, 장기의 혈액 유통량등에 변화가 없다. 시일이 천연하여 간경변이 발생하고 복수가 쌓이게 되어서 비로소 순환계의 태도가 변화하며 심장박출량의 증가, RISA 회색곡선이 뾰족하여지고 간장에 대한 RISA 분포율의 증가 및 혈액 유통량의 증가가 나타난다.

**결 론**

토끼에서 흉곽내 하공정맥을 자연 크기의 혈로 절찰하고 RISA의 회색곡선, 심장박출량, 각 장기내 RISA의 섭취, 장기 혈액 유통량에 대한 영향을 보았다. 14마리는 정상 대조군이었으며, 9마리는 절찰후 30분에 관찰하였다 (급성결찰군). 10마리는 절찰후 10여일 경과하여 간경변과 복수의 발생이 있을 때 관찰하였다(만성 결찰군). 다음의 성적을 얻었다.

- 1) RISA의 회색곡선의 시간적 경과가 결찰군에서 빨라졌다. 특히 만성 결찰군에서 시간 경과 단축이 현저하였다.
- 2) 심장 박출량이 급성군에서는 변화없었고 만성 결찰군에서 증가하였다. 심장지수가 정상토끼의 1.17에 대하여 만성군에서 2.27 l/m<sup>2</sup>/mmin으로 증가하였다.
- 3) 흉곽내 하공정맥 절찰의 순환계에 대한 영향은 간순환에 직접파급되고 다른 부위의 순환에는 그리 파급되지 않았다.
- 4) RISA의 장기 섭취율은 간장에서 제일 컸으며, 특히 하공정맥 절찰후에는 더욱 커졌다.
- 5) 기관 혈액 유통량도 RISA 섭취율과비등하여서 간장에서 하공정맥 절찰후 증가하였다. 특히 간경변과 복수가 발생한 만성군에서 현저하였다.

**REFERENCES**

- 1) Sapirstein, L.A. and Hartman, F.A.: Cardiac output and its distribution in the chicken. *Am. J. Physiol.* 196: 75, 1959.
- 2) Kowalsky, H. J. and Abelman, W. H.: The cardiac output at rest in Laennec's cirrhosis. *J. Clin. Invest.* 32: 1025, 1953.
- 3) Hickam, I. B., Cargill, W. H. and Golden, A.: Cardiovascular reaction to emotional stimuli. Effect on the cardiac output, arteriovenous oxygen difference, arterial pressure and peripheral resistance. *J. Clin. Invest.* 27: 290, 1948.
- 4) Sapirstein, L. A. and Eric Ogden, M. R. C. S., L. R. C. P.: Theoretic limitations of the nitrons oxide

method for the determination of regional blood flow. *Circulation Res.* 4: 245, 1945.

- 5) Sapirstein, L. A.: Regional blood flow by fractional distribution of indicators. *Am. J. Physiol.* 193: 161, 1958.
- 6) 崔德瓊: 하공정맥을 결찰한 토끼의 혈액과 복수사이의 앨브민이 이동에 관한 실험. *의대잡지*, 3:269, 1961.
- 7) Hamilton, W. F., Riley, R. L., Attyah, A. M., Cornand, A., Fowell, D. M., Himmelstein, A., Nobel, R. P., Remington, T. W. Richards, D. W. Jr., Wheeler, N. C. and Witham, A. C.: Comparison of the Fick and dye injection methods of measuring the cardiac output in man. *Am. J. Physiol.* 153: 4: 1171, 1948.
- 8) 鄭永洙: Cardiac output in chronic posthemorrhagic men. *綜合醫學*. 4: 1171, 1959.
- 9) Wood, E. H. and Swan, H. G.: Definition of terms and symbols for description of circulatory indicator dilution curves. *J. Appl. Physiol.* 6: 707, 1954.
- 10) Hetzel, B. D., Swan, H. G. C. and Wood, E. H.: Influence of injection site on arterial dilution curve of T-1824. *J. Appl. Physiol.* 7: 67, 1955.
- 11) 鄭永洙: Cardiac output in chronic post-hemorrhagic anemic rabbits. *綜合醫學*. 4: 1718, 1959.
- 12) Herrick, F. C.: An experimental study into the cause of the increased portal pressure in portal cirrhosis. *J. Exp. Med.* 9:93, 1907.
- 13) Dook, W.: The role of increased hepatic arterial flow in portal hypertension of cirrhosis. *Jr. A. Am. Physicians.* 57: 302, 1942.
- 14) Sapirstein, L. A.: Fractional distribution of the cardiac output of rats with isotopic potassium. *Circulation Res.* 4: 689, 1959.

## AUTHOR'S ABSTRACT

### Cardiac Output and its Fractional Distribution in the Thoracic Vena Cava Inferior occluded Rabbits

Duk-Gyung Choi.

*From the Dept. of Physiology, College of Medicine, Seoul National University, Seoul, Korea.*

The effect of partial occlusion of thoracic vena cava inferior to  $\frac{1}{2}$  of its natural diameter on radio-iodinated serum albumin (RISA) dilution curve, Cardiac output, uptake of RISA by various organs, organ blood flow in rabbits were observed. 14 rabbits served as normal control group and rabbits were observed 30 minutes after the partial occlusion (acute group). In 10 rabbits observations were made about 10 days after the partial occlusion when ascites and liver cirrhosis appeared, which was confirmed postmortem (chronic group). The findings were as follows:

1. Time course of RISA dilution curve was shortened in occluded group. The shortening of time constants of RISA dilution curve was prominent in the chronic group

2. There was an increase in cardiac output in the chronic group and no change in the acute group. Cardiac index increased to 2.27 l/m<sup>2</sup>/min in the chronic group as compared to the control value of 1.17 l/m<sup>2</sup>/min.

3. Liver circulation was directly encroached upon by the partial occlusion of thoracic vena cava inferior. Other regional circulation was far less affected by the partial occlusion than the liver circulation.

4. RISA uptake was greatest in liver in all 3 groups. There was an increased RISA uptake by liver in the chronic group, particularly.

5. Organ blood flow manifested the same behavior as the RISA uptake. There was an increased blood flow in liver after partial occlusion. This increased liver blood flow was prominent in the chronic group where ascites and liver cirrhosis appeared.