

흉곽내 하공정맥을 결찰한 토끼의 혈액과 복수사이의

단백질 교환에 관한 실험

서울대학교 의과대학 생리학교실
(지도 南 基 鏞 교수)

崔 德 瓊

머 리 말

모세 혈관 벽에는 작고 큰 구멍이 있다. (1) 이 구멍들은 정상상태 또는 병적인 여러 상태 아래에서 그 크기가 달라지며 따라서 이 구멍을 뚫고 일어나는 모세 혈관막의 소위 투과성도 여러 조건아래에서 달라진다. (2) 대량의 전혈액을 수혈한 후에 수입된 혈구나 (3) 혈장이 그냥 순환계 안에 머무르지 못하고 상당한 크기가 혈관 밖으로 나간다. (4) 액체와 단백질이 모세혈관막을 통하여서 조직간격으로 이동하여 나간 것이다. 본 논문은 정상한 토끼 및 인공적으로 복수를 만든 토끼에서 혈액과 복수 사이에 일어나는 단백질의 이동을 본 것이다.

혈관계 안에 주입하는 물질의 성질이 콩팥으로 부터 쉽게 배설되지 아니하는 것이면 이 물질의 혈액으로 부터의 소실곡선(disappearance curve)은 모세 혈관 투과성의 하나의 좋은 표시가 된다. (5) 이와 동시에 우리가 목표로하는 어떤 세포외 체액 예컨대, 임파액, 담즙 뇌척수액, 오줌, 복수등과 심장, 간장 같은 특성의 조직에서의 출현 곡선(appearance curve)도 물질 이동의 한 단면을 말하여 준다. (6) 이와 같은 소실 곡선 및 출현 곡선에 영향하는 요소들은, 정상 및 비정상 상태, 주입되는 물질 분자의 크기, 순환 기능의 상태, 모세 혈관 막의 투과성등이어서 각각 특이한 시간 경과를 가지는 곡선으로 표시 된다. (7)

본 논문은 정상 토끼 및 흉곽내 하공정맥 결찰로 실험적 복수를 만든 토끼에서 푸른 색소 T-1824를 혈관내 주입 및 복수내 주입하여서 엘뷰민에 꼬리표를 달고 이 색소의 소실 출현곡선으로부터 혈액과 복수 사이의 양방향성인 단백질 교환 이동에 관한 실험을 보고하는 것이다. 흉곽내 하공정맥 결찰이 심장박출량과 순환계내 각 기관 조직에 대한 혈액 분포물의 크기에 상당한 변화를 일으키는 것으로 보아 (8) 이 조건의 단백질 교환 이동에 대한 영향을 본 것이다.

실 험 방 법

실험적 복수의 발생: 토끼에서 단순히 흉곽내 하공정맥의 결찰만으로는 복수의 발생은 비교적 곤란하였으며 발생하는 복수량도 100ml 전후에 지나지 않았다. 그러나 단순한 결찰만을 시행했다. 몸무게가 2kg 전후의 토끼를 nembutal 마취(30mg/kg, 정맥내 주사)하고 옆으로 부터 오른 쪽 흉곽을 연다음 하공정맥(vena cava inferior)을 결찰했다. 결찰은 8~10호 크기의 외과용 봉합사로 그 혈관의 자연의 크기의 1/2까지 결찰했다. 흉곽을 개방한 다음에 다시 피부를 봉합하여 흉곽을 기밀히 하기까지는 5분 이내 시간이 걸렸다. 피부를 봉합한 후에 주사침을 흉곽에 넣고 공기를 뽑아서 흉곽내 음압을 만들었다. 이 기간중에 특별히 인공 호흡은 시행하지 아니하였다. 수술 후 10일 전후에 복수가 발생하였다.

T-1824의 소실 곡선 및 출현 곡선: 1ml 전후의 0.398% T-1824 수용액을 귀의 가장자리 정맥에 주사하고 이것의 혈장내농도 및 복수내 농도를 시간적으로 측정하였다. 혈액표본의 채집은 주사한 반대 쪽 귀정맥에서 heparin을 바른 주사기로 했다. 혈액표본은 곧 원심침전하여서 혈장을 분리하였다. 복수 표본의 채집은 토끼를 앉히고 아랫배에서 heparin을 바른 주사기로 뽑았다. 복수표본도 곧 원심침전하여 상등액을 분석했다. 색소 T-1824의 주사량은 주사전후에 주사기의 무게를 10mg 대까지 저울로 재서 이 차이로 부터 설했다. T-1824 농도의 측정은 Evelyn의 electrophotometer로 620 m μ 여광판을 써서 했다. 혈액표본에 약간의 용혈이 있을 때는 Gifson(9)에 따라서 620 m μ 및 540 m μ 여광판을 써서 두번 광학적 농도를 재고 이 값들로 부터 용혈에 대한 교정을 하였다. T-1824는 거의 전적으로 혈장 엘뷰민과 결합하는 고로(10), 이 색소의 이동교환하는 크기는 엘뷰민의 이동교환의 크기를 가르킨다고 생

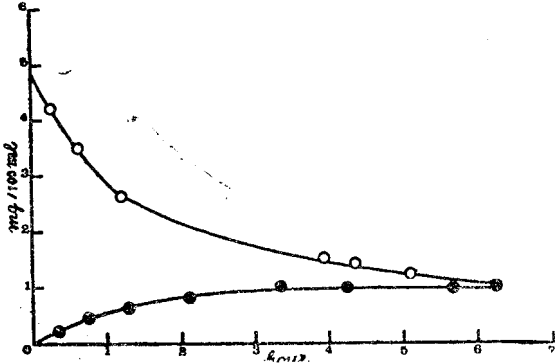
각할 수 있다.

혈장 단백질 및 복수내 단백질량은 Biuret 반응에 의하여 측정하였다. (본 측정은 서울대학교 의과대학 부속병원 중앙검사실에서 했다). 혈장내 및 복수내 Na^+ 농도 측정은 Beckman's Model B Flame photometer를 써서 했다.

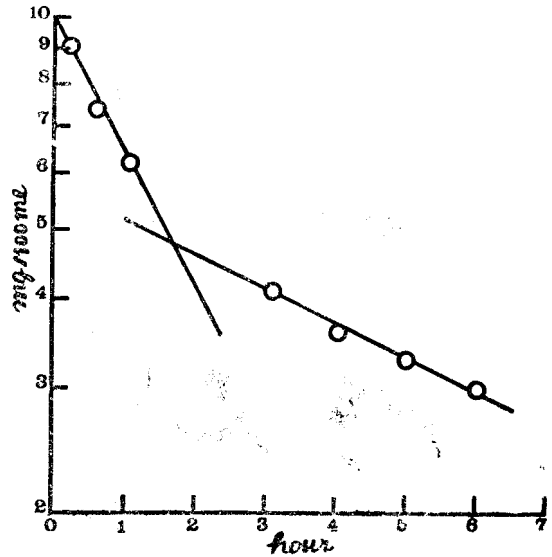
흉곽내 하공 정맥 결찰의 결과 나타나는 간장에서의 조직학적 변화는 hematoxylin-eosin을 염색한 조직절편을 작성하여 검토하였다.

실험 성적

정상 토끼의 혈장으로 부터 T-1824로 표리표 단 단백질의 소실: 소실곡선을 제1, 제2도 및 제1도에 표시한다. T-1824를 주사한 후 처음에 소실은 빠르고 다음에는 늘어났다. 제2도는 제1도를 반대수지에 표시한 것인데, 소실곡선이 2부분으로 된 것을 본다. 주사후 1.5



[Fig. 1] Disappearance of T-1824 from Plasma in normal rabbit



[Fig. 2] Disappearance of T-1824 from Plasma in normal rabbit plotted on Semi-logarithmic Scale. The curve is composed of two parts. Disappearance rate of rapid part is 0.157 and that of slow part is 0.122.

시간까지의 한개의 직선과 1.5시간 이후가 다른 직선을 이루었다.

제 2도의 두 직선은 각각 $C=C_0e^{-\lambda t}$ 라는 일반식으로 표시할 수 있는 것인 바 여기에 λ 는 T-1824의 혈관으로 부터의 소실속도(disappearance rate)를 나타낸다. 소실속도는 처음 빠른 부분에서 7마리에서 평균 0.215 (S. D. 0.0549)이었으며, 느린 부분에서는 평균 0.113

<Table 1> Disappearance rate half time and per cent of original T-1824 remaining in the circulation in normal rabbits.

no.	disappearance rate (λ)		half time. (hr.)		1% of original T-1824 remaining in circulation.						
	rapid.	slow.	rapid.	slow.	10'	1°	2°	3°	4°	5°	6°
1	0.198	0.104	3.53	6.60	97.0	82.8		73.9	66.5	60.1	53.2
2	0.278		2.42		97.5	75.6	56.7				
3	0.215	0.113	3.40	6.32	96.3	80.5	64.3	54.4	46.2	39.1	33.4
4		0.058		13.50							
6	0.157	0.122	4.27	5.40	97.3	85.3	73.4	62.7	46.9	45.9	36.3
7	0.149		4.52		97.6	86.5	74.7	67.6	63.5		
8	0.293	0.166	2.39	3.17	94.8	74.6	63.2	53.4			
n=7 mean	0.215	0.113	3.42	6.99	97.1	81.9	66.5	62.4	55.8	48.4	41.0
S. D.	0.0549	0.0406	0.801	3.40	1.42	5.01	6.73	7.8	9.1	2.79	2.76
S.E.M.	0.0245	0.0203	0.360	1.70	0.64	2.24	3.36	3.60	5.26	1.96	1.95

(S. D. 0.0406)이었다. T-1824 소실의 반 감기는 곡선의 처음 빠른 부분에서 평균 3.42(S. D. 0.801) 시간이었으며, 곡선의 느린 부분에서 6.99(S. D. 3.40)시간이었다.

제 3도는 T-1824 주사후에 혈관계안에 남아 있는 분량을 처음의 T-1824 주사량에 대한 백분율로 표시한 것인데 주사후 10분에 97.1%, 1시간에 81.9%, 2시간에 66.5%, 3시간에 62.4%, 4시간에 55.8%, 5시간에 48.4

%, 6시간에 41.0%가 남아 있었다.

질의 소실: 성적을 제3, 제4도 및 제 2표에 표시했다.

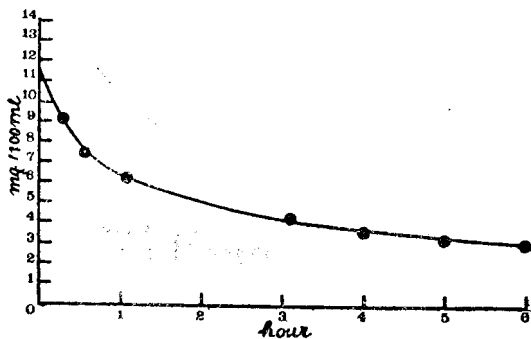
복수 토끼의 혈장으로 부터 T-1824로 표리표 단 단백질

T-1824의 소실은 정상 토끼에서와 같이 처음에는 빠르

<Table 2> Disappearance rate, half time and per cent of original T-1824 remaining in the circulation in the inferior vena cava occluded rabbits.

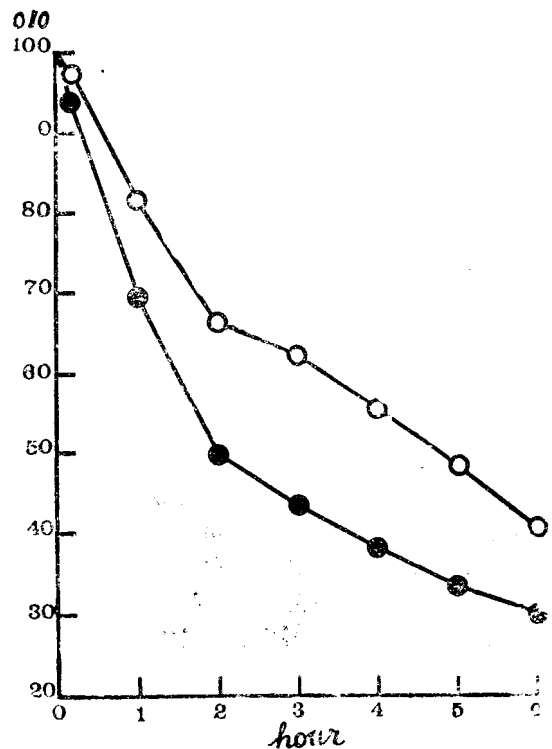
no.	disappearance rate (λ)		half time. (hr)		% of original T-1824 remaining in circulation						
	rapid	slow	rapid	slow	10'	1°	2°	3°	4°	5°	6°
11	0.432	0.322	1.67	2.18	92.9	65.1	42.4	39.6	36.8	34.9	32.3
12	0.308	0.199	2.23	3.10	94.8	73.8	56.3	46.6	38.7	31.9	
13	0.489	0.104	1.42	6.77	92.8	61.5	53.8	48.6	44.0	39.9	36.1
15	0.255	0.131	2.83	5.41	92.7	77.5	53.5	46.8	41.3	36.3	31.9
16	0.483	0.207	1.44	3.30	92.4	61.8	48.2	38.8	31.6	25.7	20.7
17	0.247		2.92		96.7	78.0					
18	0.392	0.140	1.78	4.55	93.8	67.8	48.5	42.0	38.7	31.2	
19	0.358	0.166	1.92	4.13	94.1	70.0	49.4	40.6	32.9	28.9	23.5
21		0.049									
22	0.501	0.068	1.39		92.4	60.4	39.6	38.5	35.7	33.0	30.9
23		0.122			96.5	79.7	57.0	50.6	45.4	40.2	35.9
n=11											
mean	0.385	0.151	1.96	4.37	93.9	69.6	49.8	43.6	38.3	33.6	30.2
S. D.	0.0867	0.0747	0.553	1.38	6.39	6.98	5.66	4.23	4.41	4.54	5.48
S.E.M.	0.0306	0.0247	0.196	0.521	2.13	2.35	2.01	1.50	1.56	1.61	2.25
P.	<.01	insig	<.01	insig	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01

* p; between normal group.



[Fig. 3] Disappearance from plasma (○) and appearance in ascites (●) of T-1824 in the inferior vena cava occluded rabbit. The equilibration time of exchange of T-1824 between plasma and ascites was 6-7 hours

게, 다음에는 느리게, 일어났다. T-1824 주사후 혈관계 안에 남아있는 분량은 10분후에 평균 93.9% 이었다. 1시간후에 69.6%, 2시간후에는 49.8%, 3시간후에 43.9%, 4시간후에 38.3%, 5시간후에 33.6%, 6시간후에 30.2%가 혈관계안에 남아 있었는데 정상 대조군 보다 남아있는 분량이 적었다(P <.01). T-1824의 소실속도 λ 는 곡선의 처음 빠른 부분에서 0.385(S. D. 0.0867)으로 정상 대조군보다 유의하게 증가되어 있었다(P <.01). 곡선의 느린 부분에서 소실속도는 0.151(S. D. 0.0747)로서 정상대조군과 차이가 없었다.



[Fig. 4] Per cent of T-1824 originally infused remaining in the circulation in normal (○) and in the inferior vena cava occluded rabbits (●). Mean values of each group are shown.

이렇게 흉곽내 하공정맥을 결찰한 토끼에서 T-1824의 소실 속도가 증가되어 있는 현상은 T-1824 소실의 반감기가 곡선의 빠른 부분에서 1.96(S. D. 0.553)시간으로 정상 대조 보다 거의 2배 가깝게(P < .01) 감소된 것으로 표현되어 있다. 그러나 소실곡선의 경과가 느린 부분에서는 T-1824 소실의 반감기는 4.37(S. D. 1.38)시간으로 대조와 차이가 없었다. 복수 토끼에서도 대조 토끼와 같이 T-1824의 소실 속도는 T-1824 주입량의 영향을 받지 않았다.

T-1824의 복수 내 출현: 제 3도에 보는 바와 같이 T-1824를 혈관내에 주사후 10분 이내에 복수에 출현했다. 그러나 10분이내의 복수 표본에서 T-1824를 검정한 결과가 T-1824의 저농도 때문에 구체적인 값을 제시

할 수가 없는 고로, T-1824의 복수 내 최초의 출현시간이 주사후 얼마인가는 정확하게 말하기 곤란하다. 처음 3시간까지는 T-1824의 출현 속도는 크고 그 후부터 속도는 작았다. 혈장으로 부터의 소실곡선과 복수내 출현곡선은 T-1824 주사후 6내지 7시간에 평형점에 도달했다. 즉 주사후 6내지 7시간에 혈관내와 복수내의 T-1824의 농도가 같아진 것이다. 그리고 일단 혈장과 복수내의 T-1824의 평형에 도달한 후에는 얼마든지 이상태를 유지하였다. 그러나 어떤 경우에 있어서나 복수내 T-1824 농도는 혈장내 농도보다 크지 않았다.

단백질 농도의 변화: 단백질 농도 측정 성적을 제 3표에 표시했다. 총단백량은 정상 토끼의 혈장에서 평균 5.78(S. D. 0.757) gm/dl, 복수토끼의 혈장에서 5.04

<Table 3> Changes in the total protein and albumin in the inferior Vena Cava occluded rabbits and normal rabbits.

no.	Normal rabbits plasma				no.	Experimental rabbits plasma				Experimental rabbits Ascites			
	T-P	A	G	A/G		T-P	A	G	A/G	T-P	A	G	A/G
	gm/dl	gm/dl	gm/dl	ratio		gm/dl	gm/dl	gm/dl	ratio	gm/dl	gm/dl	gm/dl	ratio
1	5.11	4.90	0.21	2.33	11	5.75	3.20	2.55	1.25	4.73	3.07	1.66	1.85
2	5.46	3.34	2.12	1.58	13	5.99	3.16	2.83	1.12	5.45	3.20	2.25	1.42
3	5.83	3.53	2.30	1.53	14	5.13	3.40	1.73	1.97	4.04	2.56	1.46	1.75
5	7.20	4.26	2.94	1.45	15	5.15	3.01	2.14	1.41	4.50	2.97	1.53	1.94
6	6.81	4.41	2.40	1.84	17	5.60	4.62	0.98	4.71	4.55	3.78	0.77	4.91
7	4.81	3.92	0.97	4.04	19	4.90	2.80	2.10	1.33	3.71	2.38	1.33	1.78
8	4.95	3.18	1.77	1.80	20	4.48	2.66	1.82	1.46	3.50	1.82	1.68	1.08
9	6.02	4.20	1.82	2.31	22	4.37	2.21	2.16	1.02	5.41	3.15	2.26	2.50
10	5.81	3.80	2.01	1.89	23	4.02	2.71	1.31	2.06	5.46	3.10	2.36	1.31
n=9	5.78	3.95	1.84	2.09		5.04	3.09	1.96	1.81	4.59	2.89	1.70	2.06
mean	0.757	0.520	0.764	0.752		0.629	0.637	0.537	1.076	0.704	0.532	0.488	1.068
S. D.	0.268	0.184	0.271	0.266		0.223	0.226	0.190	0.382	0.249	0.189	0.173	0.379
S.E.M.						≤ .05	< .01	insig	insig	insig	insig	insig	insig
P.													

P: between normal group

(S. D. 0.629)로 감소되어 있으나 크게 유의한 차이는 아니었다(P ≤ .05). 복수 토끼의 복수내 농도는 4.59(S. D. 0.704) gm/dl로서 같은 토끼의 혈장내 농도보다 작으나 유의한 차이는 아니었다. 총단백량이 이러한 변동을 보이는 것은 알부민의 농도 변화가 그 원인이었다. 즉 복수 토끼의 혈장내 알부민 농도가 3.09 gm/dl로서 대조 토끼의 3.95 gm/dl보다 유의하게 (P. < .01) 감소되어 있으나, 그로부린은 복수 토끼에서 1.96, 대조 토끼에서 1.84 gm/dl로 서로 사이에 차이가 없었다. 복수 토끼의 복수내 농도가 1.70 gm/dl이었으나, 같은 토끼의 혈장과 비교하여 유의한 차이가 아니었다.

복수 토끼에서 알부민의 감소가 있어서 총단백량의 감소가 나타났다고 하겠으며, A/G ratio가 대조의 2.09에 대하여 복수 토끼의 혈장에서 1.81로 감소의 경향을 보이며 복수 토끼의 복수에서는 2.06이었다.

혈장내 소듐 농도의 변화: 쓰뎀이온 측정의 성적은

<Table 4> Decrease in plasma sodium concentration in the inferior vena cava occluded rabbits.

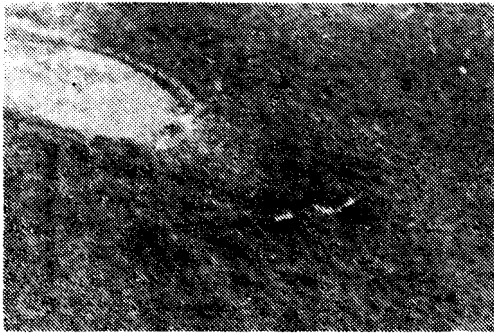
no.	Normal rabbit	no.	Inf. Vena Cava occluded rabbit	
	Plasma mEq/l		Plasma mEq/l	Ascites mEq/l
3	175	15	140	171
4	155	16	150	130
5	153	18	153	135
7	163	20	160	158
8	162	21	147	144
9	157	23	150	150
(n=6)	160.8		150.0	148.0
mean	7.27		6.03	13.63
S. D.	3.25		2.69	9.09
S.D.M.			< .05	
P.				

제 4 표에서 보는바와 같이 각각 6마리의 평균치로서 정상 토끼에서 160.8(S. D. 7.27) mEq//이며 복수 토끼에서 150.0(S. D. 6.03)으로 유의한 감소를 보았다(P < .05) 복수 토끼의 복수내 농도는 148.0(S. D. 13.63)으로 혈장과 같은 값이었다.

간장의 조직학적 변화 : 하공정맥을 가슴속에서 결찰 하여 복수가 발생한 토끼의 간장은 제 5도에 보는바와 같이 그 표면에 결절상인 응기들을 볼 수 있고, 딱딱하게 경변되어 있었다. 제 6도에 보는 바와 같이 간장은 혈관벽이 두꺼워지고 확장되었으며, 간세포가 퇴행을 일으켰으며, 결체 조직의 증식, 인파, 세포의 침윤등의 소견을 볼 수 있었다.



[Fig. 5] Liver of the inferior vena cava occluded rabbit. The surface was nodular, and showed areas of marked congestion.



[Fig. 6] Necrosis and dissociation of liver cell cords, and slight fibrosis were observed around a branch of hepatic vein.

고 찰

토끼에서 실험적으로 흉곽내 하공정맥의 자연 크기의 1/2 로 결찰한 토끼의 순환계 기능의 변동으로 T-1824로 꼬리포 단 알부민의 소실속도가 증가하였으며, 혈장내 총단백질량의 감소, 혈장 알부민량의 감소, 알부민 대 글로부린 비율의 감소, 혈장내 썩음농도의 감소등을 보았다. 본 실험에서는 하공정맥을 결찰한 후에 복수가 발생하는 것을 기다려서 관찰하였으므로 그 보다 이전

에 나타나라라 생각되는 하공정맥 결찰이 간장보다 아래 일 경우에는 복수의 발생도 없으며 또한 간장에는 경변 등의 변화가 나타나지 않는 것으로 보아서¹¹⁾ 복수를 발생시키는데는 하공정맥의 결찰은 본 실험과 같이 반드시 간장보다 위에서 결찰하여야 할 것이다.

Bolton¹²⁾은 하공정맥을 그 자연의 크기의 3/5으로 결찰했을 때에 비로소 복수가 발생하였다 하며 혈관의 자연의 크기의 얼마쯤을 결찰하는가에 따라서 발생하는 복수량, 수술후의 사망등이 많은 영향을 받다고 보고하였는데 이것은 본인의 경험과 일치하는 것이다. Mckee 등¹³⁾은 결찰과 아울러 Plasma pheresis를 시행하였고, Schilling¹¹⁾ 등은 식염을 같이 투여하여서 발생하는 복수량을 증가시켰다고 하였으나 본 실험에서는 결찰만으로 색소 T-1824의 출현곡선을 얻는데 충분한 분량의 복수를 발생시킬 수가 있었다.

급성기의 변화는 보지 못하였다. 복수가 발생한 시기의 간장의 조직학적 변화는 경변증(Cirrhosis)의 소견들을 보여 주어서 선인들의 보고와 일치한다. 간경변증의 조직학적 변화는 발생한 복수량 및 수술후의 동물의 생존기관의 장단과 대체로 병행하는 경향이 있었다.

흉곽내 하공정맥의 결찰만으로는 토끼에서 발생하는 복수의 분량은 비교적 적은 것이어서 개에서는 비교적 다량의 복수를 발생하는 것과는 대차적이다^{11, 14)}. 본 실험에서 발생한 토끼의 복수량은 평균 80ml로서 토끼의 체중 2kg에 대하여 4% 가량이었다.

토끼의 총혈장량을 체중의 4%¹⁵⁾로 잡고, 체중을 2kg 라면 총혈장량은 80ml가 된다. 여기서 복수를 발생한 토끼의 혈장 알부민 농도가 3.09g/dl인 고로 순환혈장내의 총알부민량은 $80 \times \frac{3.09}{100} = 2.47\text{gm}$ 이다. T-1824를 주사한 후 6~7시간에 혈장과 복수사이에서 T-1824 농도의 평형이 도달되었으므로, 이시기에는

$$\frac{\text{혈장 알부민 농도}}{\text{혈장내 총알부민량(gm)}} = \frac{\text{복수내 알부민 농도}}{\text{복수내 총알부민(gm)}}$$

라는 관계가 성립된다.

여기에 각 측정치를 대입하면

$$\frac{3.09/100}{2.41} = \frac{2.85/100}{\text{복수내 총알부민}}$$

이 것을 풀면

$$\text{복수내 총알부민} = 2.23\text{gm}$$

$$\text{그런고로 복수의 총량은 } \frac{2.23}{2.85} \times 100 = 78.2\text{ml}$$

여러가지 물질이 모세 혈관막을 넘어서 이동하는데 있어서 확산이 일어나는 기구는 연구된 것이 많다^{7, 11)}. 이러한 확산 이동이 T-1824의 혈장으로 부터의 소실곡선의 형태를 결정할 것인데 처음의 소실속도가 큰 부분은 혈장과 조직간 세포액 사이의 단백질 이동이 중요한 인을 이루고 있다⁶⁾. 이 부분의 T-1824의 혈장으로 부터의 소실속도 (λ)가 정상 토끼에서 0.215인데 비하여

흉곽내 하공정맥을 결찰하여 10여일 후에 복수가 발생한 토끼에서 거의 2배가까이 0.385로 증가되어 있음은 하공정맥 결찰이 모세혈관막의 투과성을 크게 하였음을 가르킨다. 정상 모세혈관막이 알부민에 대하여 투과성이 있는 것인 바^{6, 5)}, 하공정맥 결찰이 정맥압의 상승을 초래하고¹¹⁾ 혈관벽의 구멍을 크게 하여서¹²⁾ 알부민 같은 macromolecule의 투과가 용이하게 되었다 하겠다. 알부민의 투과 이동이 용이하게 된 결과로 혈관계 안에 남아 있는 T-1824의 분량이 주사후 1시간에 정상 토끼에서 81.9%인데 비하여 하공정맥 결찰군에서는 69.6%에 지나지 않게 된 것이다. 사람에게서 울혈성 심장기능 부전증이 있는 환자에 T-1824를 혈관내에 주입하면 정상인 보다 급속하게 T-1824가 혈관 밖으로 이동하는데 이 원인으로 말초혈관의 투과성의 증가뿐만 아니라 심장 박출량, 말초혈관계의 확장, 혈액 유통량의 증가등이 관여한다 하며¹⁶⁾ 간장의 경변증과도 깊은 관계가 있다고 주장하는 보고도 있다¹⁷⁾.

소실 곡선의 형상은 2부분으로 되었으며 처음 소실속도가 큰 부분과 속도가 작은 부분으로 되어 있다. 처음 부분은 혈장과 조직액 사이의 확산 교환을 나타내는 것이고 둘째의 속도가 느린 부분은 조직액으로부터 어떤 경로를 걸쳐서 복수와외의 사이에 확산 교환을 나타낼 것이라 생각되며, 어떠한 복수가 혈장으로 부터 직접 산출되는 물질이 아닌 것은 소실곡선이 단일곡선이 아닌 것으로 부터 말할 수 있다.

흉곽내에서 하공정맥을 결찰하였을 때의 단백질 대사는 혈장 총단백질량의 감소가 있는 바 글로부린에는 아무런 변동이 없는데도 불구하고 알부민만이 감소하여서 초래되는 현상이다. 이리하여 알부민 대 글로부린 비율이 정상 토끼에 비하여 감소되어 있다. 이러한 hypoalbuminemia는 Laennec's cirrhosis에서 보고된 것이 있다¹⁸⁾.

하공정맥을 결찰할 때에 개에서¹¹⁾ 쏘뚝의 축척이 있고 쏘뚝 축척량에 비례하여서 복수량이 증가하는 것을 관찰하고 있다. 본 실험에서는 특별히 쏘뚝 부하실험은 아니 하여서 쏘뚝 축척을 말할수는 없으나 정상 토끼의 혈장내 쏘뚝이 160.8mEq/l 인데 비하여 복수를 발생한 토끼에서는 이것이 150.0mEq/l 로 유의하게 감소되어 있는 사실은 쏘뚝 대사가 변화한 것을 말한다. 복수내의 쏘뚝 농도는 같은 토끼의 혈장내 농도와 같은 것이어서 이 두 액체가 쏘뚝에 관하여서는 평형상태에 있음을 보여 준다.

결 론

토끼에서 흉곽내 하공정맥을 자연 크기의 1/2로 결찰하여 10일가량 후에 복수가 발생하였을 때 T-1824의 혈관으로 부터의 소실 및 복수내 출현을 관찰하였다. 7마

리의 토끼가 대조군으로 11마리가 실험군으로 사용되었다. 관찰한 성적은 다음과 같다.

1. 대조군 및 실험군에서 T-1824의 소실 곡선은 2부분으로 되었다. 경과가 빠른 부분과 경과가 느린 부분의 둘이었다.
2. 흉곽내에서 하공정맥을 결찰한 실험군에서 T-1824가 주사후 1.5시간 가량 까지에 이르는 빠른 소실 부분에서 대조군에 비하여 유의하게 빠르게 소실하였다. 느린 소실 부분에서는 차이가 없다.
3. T-1824 주사후 혈관계내에 남아 있는 분량은 정상 대조군에서 1시간에 주사량의 81.9%, 2시간에 66.5%이었고, 실험군에서는 1시간에 69.6%, 2시간에 49.8%로 유의한 차이를 보였다.
4. 복수를 발생한 토끼에서 혈장과 복수 사이의 T-1824의 평형 시간은 6~7시간이었다.
5. 실험군에서 혈장내 총단백질량의 감소가 있었다. 이 감소는 알부민의 감소로 온 것이며, 글로부린의 농도는 변화 없었다. 알부민량은 대조군의 3.95 gm/dl에 대하여 실험군에서 3.09gm/dl로 감소되었다. A/G 비율의 감소가 동반되었다.
6. 혈장내 쏘뚝농도가 대조군의 160.8 mEq/l에 대하여 실험군에서 150.0mEq/l로 감소되었다.
7. 간장의 조직학적 변화는 경변증의 소견이었다.
8. 혈장내 및 복수내 알부민농도로 부터 축척된 복수량이 대략 80ml임을 계산하였다.

본 실험을 지도한 남기용 교수에게 감사한다.

AUTHOR'S ABSTRACT

Exchange of Protein between Plasma and Ascites in the Inferior Vena Cava occluded Rabbits.

Duk-Gyung Choi

Department of physiology, College of Medicine, Seoul National University, Seoul, Korea.

Disappearance from plasma and appearance in ascites of T-1824 in the inferior vena cava occluded rabbits were studied. 7 rabbits as control and 11 rabbits as experimental group were studied. Ascites of about 80ml was produced about 10 days after partial occlusion (1/2 of natural diameter) of the inferior vena cava in the thorax. The following observations were made.

1. Disappearance curve from plasma was consisted of two parts, e.g., rapidly disappearing and slowly disappearing parts.
2. The rapidly disappearing part lasted up to 1.5 hour

after infusion of T-1824. Disappearance rate in experimental group was significantly greater than in normal control group.

3. Per cent of T-1824 remaining in the circulation in control group was 81.9% at 1 hour, 66.5% at 2 hour, after infusion. The value in experimental group was 69.6% at 1 hour and 49.8% at 2 hour.

4. The equilibration time of exchange of T-1824 between plasma and ascites was 6~7 hours.

5. There was a decrease in total plasma protein in experimental group accompanied by a decrease in A/G ratio. This decrease was due to the decrease in plasma albumin. Albumin value was 3.95 gm/dl in normal and 3.09 gm/dl in experimental group.

6. Plasma sodium was decreased in experimental group. In normal rabbits sodium concentration was 160.8 mEq/l and 150.0 mEq/l in ascitic rabbits.

7. Histological change of liver was cirrhotic.

8. Computation was made that about 80 ml of Ascites was accumulated in the inferior vena cava occluded rabbits.

REFERENCES

- 1) Pappenheimer, G.B.: Passage of molecules through capillary walls. *Physiol. Rev.* 33:387, 1953.
- 2) Shirley, H. H., Wolfram, C. G., Wasserman, K. & Mayerson, H.S.: Capillary permeability to macromolecules: Stretched pore phenomenon. *Am. J. Physiol.* 11: 110, 1957.
- 3) O'Brien, W.A., Howie, D.L. & Crosby, W.H.: Blood volume studies in wounded animals. *J. Appl. Physiol.* 11: 110, 1957.
- 4) Clark, J.H., Nelson, W., Lyons, C., Mayerson, H.S. & De C'amp, P.: Chronic shock: Problem of reduced blood volume in chronically ill patient; Concept of chronic shock; Hemoglobin and red blood cell deficits in chronic shock; Quantitative aspects of anemia associated with malignant tumor. *Am. Surg.* 125: 618, 1948.
- 5) Morris, B.: The exchange of protween the plasma and the liver and in testinal lymph. *Quarth. J. Exp. Physiol.* 41: 326, 1956.
- 6) Wasserman, K. & Mayerson, H. S.: Exchange of albumin between plasma and lymph. *Am. J. Physiol.* 165: 15, 1951.
- 7) Walker, W.G., Wilde, W.S.: Kinetics of radiopotassium in the circulation. *Am. J. Physiol.* 170: 40, 1952.
- 8) 崔 德 瓊: 흉곽내 하공정맥을 결찰한 토끼의 혈액과 복수사이의 단백질 교환에 관한 실험, *서울醫大雜誌*, 1: 3, 49—55, 1961.
- 9) Gibson, J. G.H.: Clinical studies of blood volume. TV. adaptation of the method to the photoelectric microcolorimeter. *J. Clin. Invest.* 17:153, 1938.
- 10) Gregerson M.I. & Rawson, R.A.: The disappearance of T-1824 and structurally related dyes from the blood stream. *Am. J. Physiol.* 138: 698, 1943.
- 11) Schilling, J. A., McCOORD, A. B., Clausen, S. W., Troup, S.B. & Mckee, F.W.: Experimental ascites. Studies of electrolyte albumin in dogs with partial and complete occlusion of the portal and of the vena cava above and below the liver. *J. Clin. Invest.* 31: 702, 1952.
- 12) Bolton, C.: The pathological changes in the liver resulting from passive venous congestion experimentally produced. *J. Pathol.* 19: 258, 1914.
- 13) Mckee, F.W., Schloerb, P.R., Schilling, J.A., Tishkoff, G. H. & Whipple, G. H.: Protein metabolism and exchange as influenced by constriction of the vena cava. Experimental ascites and internal plasmapheresis. *J. Exp. Med.* 87: 457, 1948.
- 14) Gilder, H., Cornell, G.N., Free, E.A. & Johnson, G.Ir.: Dilution studies in dogs with experimental ascites. *Metabolism.* 7: 201, 1958.
- 15) Handbook Biol. Data.: Edited by spector, W.S. Saunders Co. Philadelphia, 1956.
- 16) Milnor, W.R. & Cray, H.I.: Effect of congestive heart failure on disappearance of T —1824 from plasma in man. *J. Appl. Physiol.* 11: 1957.
- 17) Kowalski, H. J. & Abelman, W. H.: The cardiac output at rest in Laecne's cirrhosis. *J. Clin. Invest.* 32:1025, 1953.
- 18) Sterling, K.: Serum albumin turnover in Laecne's cirrhosis as measured by I tagged albumin. *J. Clin. Invest.* 30: 1238, 1951.