

## 체위변화가 두부 및 하지의 분시혈류량에 미치는 영향

계명대학교 의과대학 생리학교실

박 원 균 · 채 의 업

=Abstract=

### Changes of Minute Blood Flow in the Large Vessels during Orthostasis and Antiorthostasis, before and after Atropine Administration

Won Kyun Park and E Up Chae

*Department of Physiology, Keimyung University School of Medicine, Taegu, Korea*

The passive tilt has been performed to study the orthostasis on the cardiovascular system. The orthostasis due to upright tilt was demonstrated as follows; the venous return, cardiac output and systemic arterial blood pressure were decreased, whereas there was concomitant increase of heart rate, through the negative feedback mediated by such as the baroreceptor.

Previous investigators have suggested that the tolerance to the orthostasis could be increased by blocking the cholinergic fiber with atropine which prevented vasodilation and bradycardia through the vasovagal reflex during the orthostasis. However, this hypothesis has not been clearly understood.

This study was attempted to clarify the effect of atropine on the tolerance of the cardiovascular system to the upright and head-down tilt, and to investigate the change of the blood flow through head and lower leg with Electromagnetic flowmeter in both tilts before and after atropine state. Fourteen anesthetized dogs of 10~14kg were examined by tilting from supine position to +77° upright position (orthostasis), and then to -90° head-down position (antiorthostasis) for 10 minutes on each test. And the same course was taken 20 minutes after intravenous administration of 0.5mg atropine.

The measurements were made of the blood flow(ml/min.) on the carotid artery, external jugular vein, femoral artery and femoral vein. At the same time pH, PCO<sub>2</sub>, PO<sub>2</sub> and hematocrit (Hct) of the arterial and venous blood, and heart rate(HR) and respiratory rate (RR) were measured. The measurements obtained from upright and head-down tilt were compared with those from supine position. The results obtained are as follows:

In upright tilt, the blood flow both on the artery and the vein through head and lower leg were decreased, however the decrement of blood flow through the head was greater than the lower leg. And the atropine attenuated the decrement of the blood flow on the carotid artery, but not on the vessels of the lower leg.

HR was moderately increased in upright tilt, but slightly in head-down tilt. The percent change of HR after the atropine administration was smaller than that before the atropine

state in both upright and head-down tilts. Before the atropine state, RR was decreased in upright tilt, whereas increased in head-down tilt. However after the atropine state, the percent change of RR was smaller than that of before the atropine state in both upright and head-down tilts.

In upright tilt, venous PCO<sub>2</sub> was increased, but arterial PO<sub>2</sub> and venous PO<sub>2</sub> were slightly decreased. Hct was increased in both upright and head-down tilts. The findings of blood PCO<sub>2</sub>, PO<sub>2</sub> and Hct were not interferred by the atropine.

In conclusion, the administration of atropine is somewhat effective on improving the cardiovascular tolerance to postural changes. Thus, atropine attenuates the severe diminution of the blood flow to the head during orthostasis, and also reduces the changes of HR and RR in both orthostasis and antiorthostasis.

## 서 론

경사대에 의하여 체위변화를 수동적으로 일으킬 경우 수의근의 반사적수축이 둔해지고, 순환혈액의 심장 박출과 심장으로의 정맥환류는 중력방향과 일치될 때는 가속되고 역행하는 경우는 감속될 것이다<sup>1-3)</sup>. 또한 중력방향으로 내부장기의 위치변화가 일어나며 혈관 및 호흡의 변화에 영향을 미칠 수 있다<sup>4)</sup>.

기립성 울혈(orthostasis)은 중력에 의한 혈액이 체하부로 이동함으로써 심맥관계를 통한 전반적인 변화를 초래하는 것을 말하며<sup>5,6)</sup>, 기립성 저혈압은 장기간 좌위로 있다가 기립하는 경우에 발생하며, 단순한 수동적 체위변화시에도 정맥 펌프기능의 감소에 의한 정맥환류의 장애로 야기된다<sup>7)</sup>. 그러나 정상상태에서는 저혈압이 압력수용체를 통한 혈관 운동중추의 교감신경의 흥분으로 혈관의 긴장은 상승하고 심장의 기능을 항진시켜 하강된 혈압을 상승시키나, 드물게는 과도한 혈관 미주신경반사(vasovagal reflex)로 인하여 심한 기립성 저혈압을 보이곤<sup>8-10)</sup> 심하면 실신에 까지 이른다. 또한 근래에는 외제에서 장기간 우주비행후 중력원에 귀환시 심한 중력감을 느끼며, 일시적인 기립성 울혈을 초래한다<sup>11,12)</sup>고 한다.

Trendelenburg 위치와 같은 도립위는 두부에 대한 혈류의 증가를 도모하지만 중력에 의한 횡경막의 흉곽 내부방향의 이동으로 호흡운동을 장애할 가능성이 있으며<sup>5,6)</sup>, 두부에서 심장으로의 정맥환류를 억제하여 장기간 도립시 안면충혈 등이 나타날 수 있을 것이다.

Atropine 은 부교감신경의 절후신경을 차단하여 stress에 의한 부교감신경성 혈관이완을 억제하기 위하여 사용되었다<sup>13-16)</sup>. Murray 와 Shropshire<sup>17)</sup>는 하체 음압장치에 대한 저항력이 atropine 에 의하여 증가한다

고 하였고, 또한 전 및 체<sup>18)</sup>는 도립시 혈액의 두부방향의 이동과 유연한 폐조직에로의 이동으로 혈관 신장 반사와 압력수용체의 신장반사가 야기되어 혈관과 심장의 미주신경성 감압반사로 말초혈관의 이완과 혈압의 하강 및 서맥이 나타나며, 이는 atropine 의 사전투여로서 그 정도는 경감된다고 하였으나, 체위변화로 중력이 심맥관계에 영향을 미칠때 atropine 이 그 내성을 증가시키는 지에 대한 확실한 보고는 찾을 수 없었다.

저자는 수동적 체위변화시 심맥관계에 대한 중력의 영향이 혈관을 통한 분시 혈류량에 미치는 효과를 관찰하기 위하여, Electromagnetic flowmeter(전자기성 유속기)를 사용하여 수평위에서 기립 및 도립위로 체위변화시 두부 및 하지의 동맥과 정맥에서의 분시 혈류량의 변화를 직접적인 방법으로 측정하였고, 심장 및 호흡에 대한 영향도 관찰하였다. 그리고 atropine 의 투여에 의한 부교감신경의 절후신경 차단이 기립시 두부의 혈액공급을 증가시키고, 도립시 부교감신경에 의한 심맥관계의 변화를 경감시키는지 여부를 보고자 하였다.

## 재료 및 방법

실험재료는 체중이 10~14 kg 의 잡종 성견 14마리를 자용 구별없이 사용하였으며, Nembutal 30 mg/kg 로 정주하여 마취시킨후 경사대에 양외위로 하여 고정시켰다. 수술로써 경동맥(carotid artery), 외경정맥(external jugular vein), 고동맥과 고정맥(femoral artery and vein)을 노출시켜 깨끗하게 박리한 후 각 혈관의 직경에 맞는 Flowmeter 의 probe 를 장치하고 이를 Narco Bio System 사의 Electromagenetic flowmeter 에 연결하여 전실험을 통하여 두부 및 하지의

분시 혈류량을 지속적으로 측정하였다. 개에 있어서의 내경정맥(internal jugular vein)은 대단히 가늘었고, 뇌를 포함한 두부에서 오는 대부분의 정맥혈은 외경정맥을 통하여 흐른다.<sup>19)</sup>고 한다.

또한 분시 심박수와 분시 호흡수를 측정하기 위하여 ECG와 Impedance pneumograph를 사용하여 Narco Bio System사의 Physiograph에 연결하였다.

혈액가스 및 혈구용량을 측정하기 위하여 catheter를 Flowmeter에 연결하지 않은 고동맥과 외경정맥을 통한 중심정맥(central vein)에 삽입하여 각 체위변화의 마지막에 동맥 및 정맥혈을 미량의 heparin이 담긴 주사기에 채취하여 혈액의 pH, PCO<sub>2</sub>, PO<sub>2</sub>를 Instrumentations Laboratories사의 Blood Gas Analyzer (IL 813)를 사용하여 측정하였으며, 혈구용량(Hematocrit: Hct)의 측정은 Clay Adams사의 Microhematocrit centrifuge를 사용하였다.

실험은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 수평위에서 안정 시 측정치를 대조치로 삼았고, 10 degree/sec.의 속도로 기립위, 수평위, 도립위의 순서로 체위변화를 시켰고 각 체위변화의 시간은 10분으로 하였다. 다시 수평위에서 10분 후에 atropine sulfate 0.5 mg(0.04mg/kg)을 정주하고 20분정도 atropine의 효과가 나타나

기를 기다려 위의 체위변화 실험을 반복하고 atropine의 투여전과 투여후에 있어서의 체위변화시의 심맥관계의 반응을 비교 관찰하였다.

본 실험에서 사용한 Electromagnetic flowmeter는 infusion pump를 사용하여 flowmeter의 probe를 통과하는 혈액의 속도를 변화시키면서 flowmeter에 나타나는 분시 혈류량을 관찰하여 Electromagnetic flowmeter를 calibration하였고 그 결과는 Fig. 2 및 Fig. 3에서 보는 바와 같다. 외경정맥에 있어서의 calibration 결과는 혈액의 주입속도와 flowmeter의 분시 혈류량 사이에 직선적인 비례 상관관계를 보였으며, 경동맥을 통한 calibration은 주입속도가 낮을때는 주입속도와 flowmeter의 분시 혈류량이 거의 직선적인 비례 상관관계를 보이나 주입속도가 증가함에 따라 flowmeter의 분시 혈류량은 우측으로 편위함을 보였다. 이는 동맥을 통한 높은 주입속도에 대한 말초동맥의 저항이 증가하여 실제 분시 혈류량은 주입한 속도만큼 나타나지 않은 것으로 생각된다. Calibration의 결과로 보아 Electromagnetic flowmeter는 혈관을 통과하는 혈류량을 직접 측정할 수 있는 우수한 장치라고 생각된다.

### EXPERIMENTAL PROTOCOL

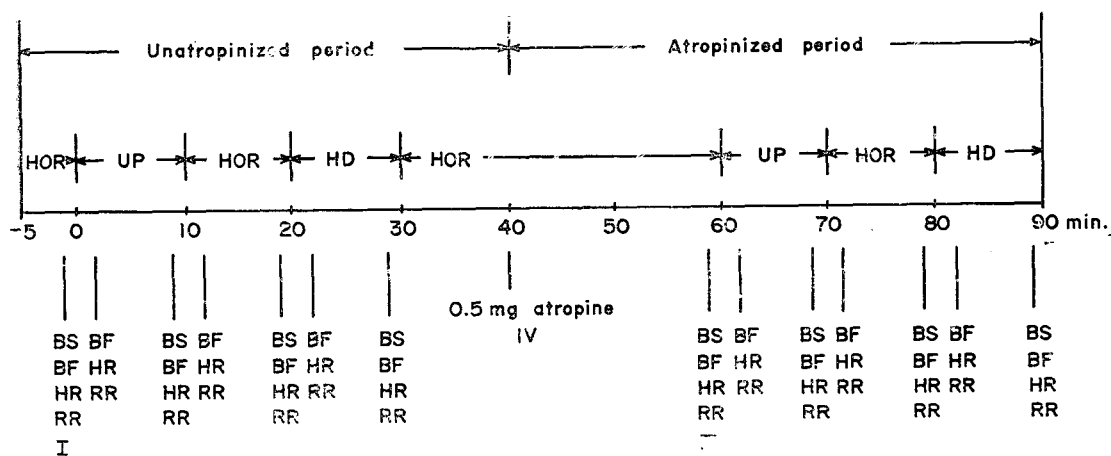
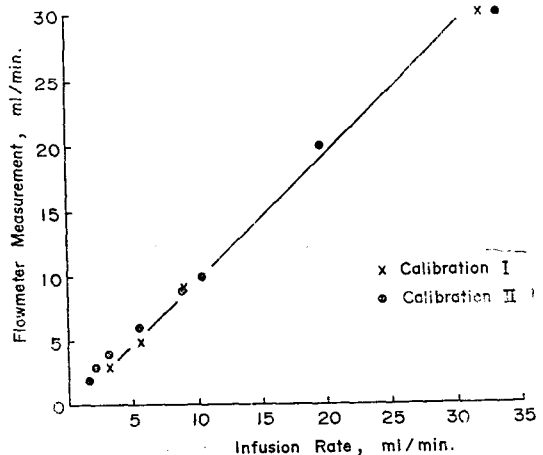


Fig. 1. Experimental protocol in the postural change. HOR: horizontal position, UP: +77° upright position, HD: -90° head down position; BS: blood sampling, BF: blood flow determination; HR: heart rate measurement, RR: respiratory rate measurement; I: primary control measurements for the unatropinized period; II: secondary control measurements for the atropinized period. Tilting rate of the postural change is 10 degree per second.

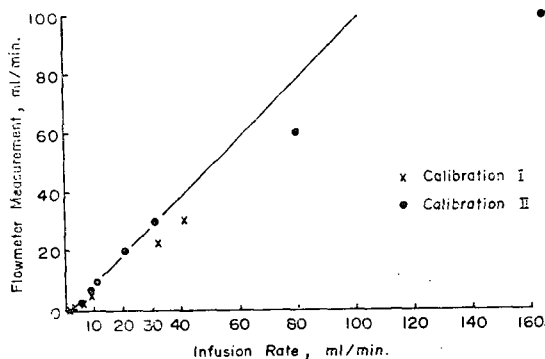
**Table 1.** Effect of postural changes on arterial and venous blood flow(ml/min.) through head and lower leg of dogs before and after atropine administration

			HOR-1	UP		HOR-2		DOWN	
				INIT	TERM	INIT	TERM	INIT	TERM
CA	NA	M±	71.9	40.3	26.4	37.3	49	43.8	45.6
		SE	9.62	8.61	6.21	6.20	7.48	5.23	4.95
n=6	A	M±	66.4	44.1	39.6*	41.9	54	44.2	48.3
		SE	6.22	5.16	6.21	5.09	9.14	5.43	3.70
JV	NA	M±	29	13.3	9.7	18.3	19.3	36	24.3
		SE	8.39	3.38	4.41	4.41	6.33	15.18	24.33
n=3	A	M±	30.3	14	12.3	18.7	20.7	20.3	19
		SE	10.91	3.06	2.73	5.66	6.69	13.57	20.50
FA	NA	M±	138.1	122.5	121.1	136.1	129.2	122	122
		SE	27.69	23.81	23.76	25.67	24.27	22.89	23.48
n=6	A±	M±	135	121	118.8	137.4	130.2	127.9	118.5
		SE	21.78	19.74	20.24	23.57	20.05	20.14	19.72
FV	NA	M±	47.1	40.3	45.3	45.3	42	39.7	39
		SE	17.29	16.62	21.61	16.77	15.53	20.27	20.07
n=3	A	M±	46.3	37.7	38.3	48.7	46	38	38
		SE	17.89	17.29	18.41	17.85	17.78	22.50	23.54

Note: CA=carotid artery, JV=external jugular vein, FA=femoral artery, FV=femoral vein; HOR-1=horizontal-1, UP=upright, HOR-2=horizontal-2, DOWN=head-down, INIT=initial, TERM=terminal; NA=unatropinized, A=atropinized, n=number of animals. \*=significance in changes between unatropinized and atropinized group, p<0.05.



**Fig. 2.** Calibration of the electromagnetic flowmeter in the jugular vein of dogs. The diameter of the flowmeter probe is 3mm.



**Fig. 3.** Calibration of the electromagnetic flowmeter in the carotid artery of dogs. The diameter of the flowmeter probe is 3mm.

### 성 적

- 1) 두부 및 하지 동정맥의 분시 혈류량의 변화  
체위변화시 두부 및 하지 동정맥혈의 분시 혈류량의

—박원균 · 채의업 : 체위변화가 두부 및 하지의 분시혈류량에 미치는 영향—

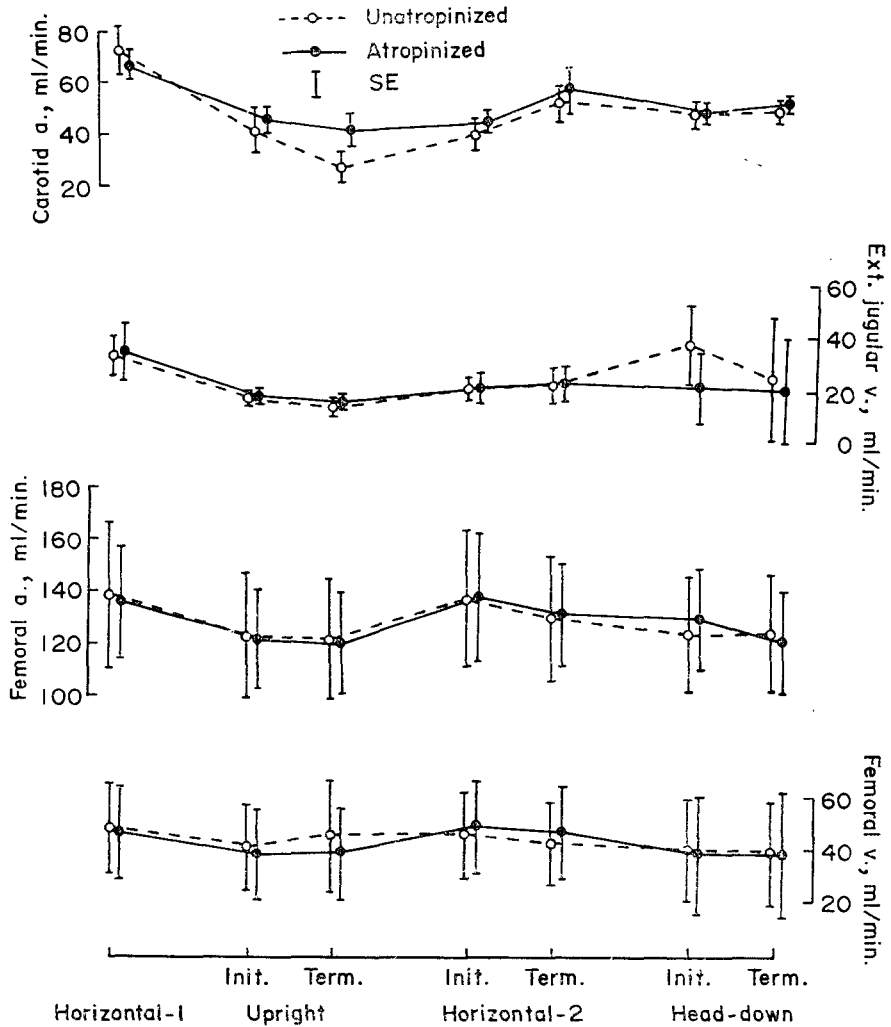


Fig. 4. Changes of the blood flow through the artery and vein of head and lower leg during the postural changes in dogs, and the effect of atropine; Init.=initial; Term.=terminal.

Table 2. Effect of postural changes on heart rate and respiratory rate (per min.) of dog before and after atropine administration

			UP			HOR-2		DOWN	
			HOR-1	INIT	TERM	INIT	TERM	INIT	TERM
HR	NA	M±	179.7	207.1	207	187.4	175.7	181.9	182.6
		SE	6.19	6.33	11.03	11.87	7.75	10.89	7.54
n=6	A	M±	195.9	217.9	216.9	195.9	188.1	161.4	192.1
		SE	7.22	9.39	10.06	8.74	7.50	8.29	8.38
RR	NA	M±	15.2	7.5	12.3	18.7	16.2	19.5	19.7
		SE	1.19	1.41	1.41	1.12	.98	2.11	3.09
n=6	A	M±	17.2	9.5	16.2*	21.2	18.7	22.3	22.7
		SE	2.21	1.95	1.83	1.54	1.38	2.33	3.84

Note: HR=heart rate, RR=respiratory rate; HOR-1=horizontal-1, UP=upright, HOR-2=horizontal-2, DOWN=head-down, INIT=initial, TERM=terminal; NA=unatropinized, A=atropinized. \*=significance in changes between unatropinized and atropinized group,  $p < 0.05$ .

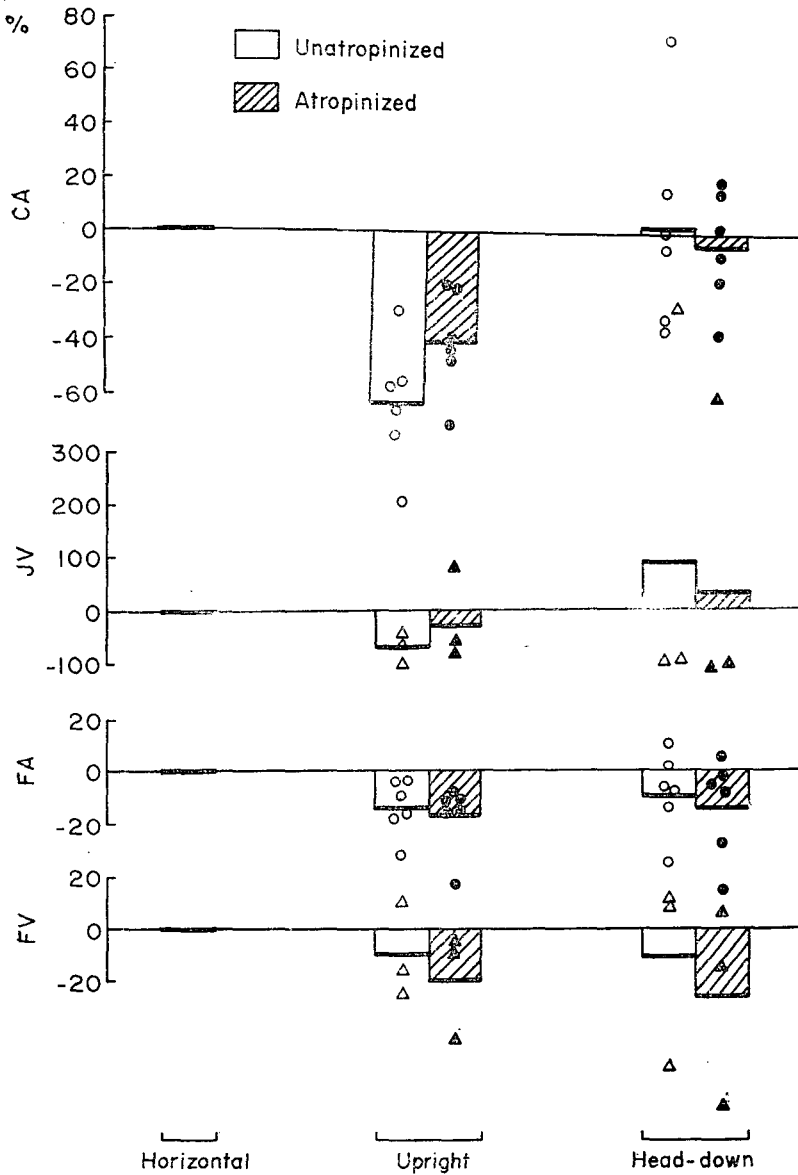


Fig. 5. Effect of atropine on the percent changes of blood flow through the head and lower leg of dogs in the upright and head-down tilt; CA=carotid artery, JA=external jugular vein, FA=femoral artery, FV=femoral vein. The circle shows the value of arterial blood flow. The triangle shows the value of venous blood flow. The each bar represents the mean value. The each circle and triangle shows the individual value. The open circle and triangle shows the unatropinized value and the closed one shows the atropinized value.

변화는 Table 1 및 Fig. 4와 같다. 경동맥의 분시 혈류량은 수평위  $71.9 \pm 9.62$  ml/분에서 기립위로 체위 변화시  $26.4 \pm 6.21$  ml/분으로 감소하였고, 도립위로 체위변화시는 수평위  $49 \pm 7.48$  ml/분에서  $45.6 \pm 4.95$  ml/분으로 큰 변화는 없었다. atropine 투여후, 체위

변화시 분시 혈류량의 변화는 투여전과 거의 동일한 양상을 보이나 기립위시 수평위  $66.4 \pm 6.22$  ml/분에서  $39.6 \pm 6.21$  ml/분으로 그 감소정도가 atropine 투여전보다 작았다.

외경정맥의 분시 혈류량의 변화는 수평위에 있어서

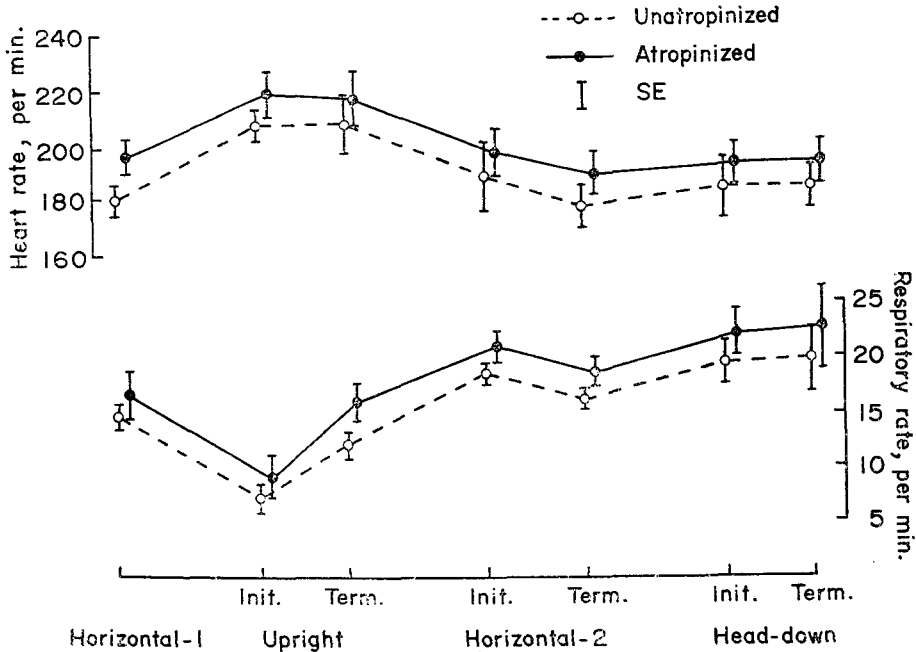


Fig. 6. Changes of the heart rate and respiratory rate during the postural changes in dogs, and the effect of atropine; Init.=initial, Term.=terminal.

atropine 투여전과 후에  $29 \pm 8.39$  ml/분,  $30.3 \pm 10.91$  ml/분으로 비슷한 수치를 보였고, 기립위로 체위변화시 atropine 투여전과 투여후는 비슷한 정도로 감소하고 도립위로 체위변화시는 유의한 변화가 없었다.

고등맥과 고정맥의 분시 혈류량의 변화는 수평위에서 등맥이  $138.1 \pm 27.69$  ml/분, 정맥이  $42.1 \pm 17.29$  ml/분이었다고, 기립위 및 도립위로 체위변화시는 감소하였다. atropine 투여후 수평위에서 등맥이  $135 \pm 21.78$  ml/분, 정맥이  $49.3 \pm 17.89$  ml/분으로 atropine 투여전과 별 차이가 없었고, 체위변화시 분시 혈류량의 변화양상도 투여전과 비슷하였다.

이상과 같이 체위변화시 두부 및 하지 동정맥의 분시 혈류량의 변화는, 수평위에서는 atropine 투여전이나 후에 있어서 별 차이가 없었다. 기립위나 도립위로 체위변화시 수평위에 대한 두부 및 하지동정맥의 분시 혈류량의 변화를 백분율로 표시하여 atropine 투여전과 후의 변화양상을 보면 Fig. 5와 같다. 경등맥의 분시 혈류량의 변화는 기립시 atropine 투여후가 투여전보다 분시 혈류량의 감소정도가 작았고, 도립시 경등맥은 atropine의 투여전과 후에 별 변화가 없었다. 외경정맥의 분시 혈류량은 기립시 atropine 투여전과 후

에 별 차이가 없었다. 도립시의 분시 혈류량의 변화는 개체에 따른 차이를 보여 일부는 분시 혈류량이 거의 100%까지 감소하나 일부는 560%까지 증가하였고, atropine 투여전과 후의 유의한 차이는 나타나지 않았다. 고등맥과 고정맥의 분시혈류량의 변화는 기립이나 도립시 atropine 투여후가 투여전보다 분시 혈류량의 감소정도가 약간 컸으나 유의한 차이는 아니었다.

## 2) 분시 심박수 및 분시 호흡수의 변화

체위변화시 분시 심박수와 분시 호흡수의 변화는 Table 2와 Fig. 6 및 Fig. 7에서 보는 바와 같다. 분시 심박수는 수평위의  $179.7 \pm 6.19$ /분에서 기립위로 체위변화시  $207 \pm 11.03$ /분으로 증가하였고, 수평위에서 도립위로 체위변화시는  $175.7 \pm 7.75$ /분에서  $182.6 \pm 7.54$ /분으로 약간 증가하였다. atropine 투여후 수평위에서는 투여전  $179.7 \pm 6.19$ /분보다  $195.9 \pm 7.22$ /분으로 16/분 정도 분시 심박수가 높았고, 기립위나 도립위로 체위변화시에는 atropine 투여전과 같은 변화양상을 보이나 투여전보다 그 변화정도가 더 작았다.

분시 호흡수는 기립위로 체위변화시 수평위  $15.2 \pm 1.19$ /분에서  $12.3 \pm 1.41$ /분으로 분시 심박수에서와는

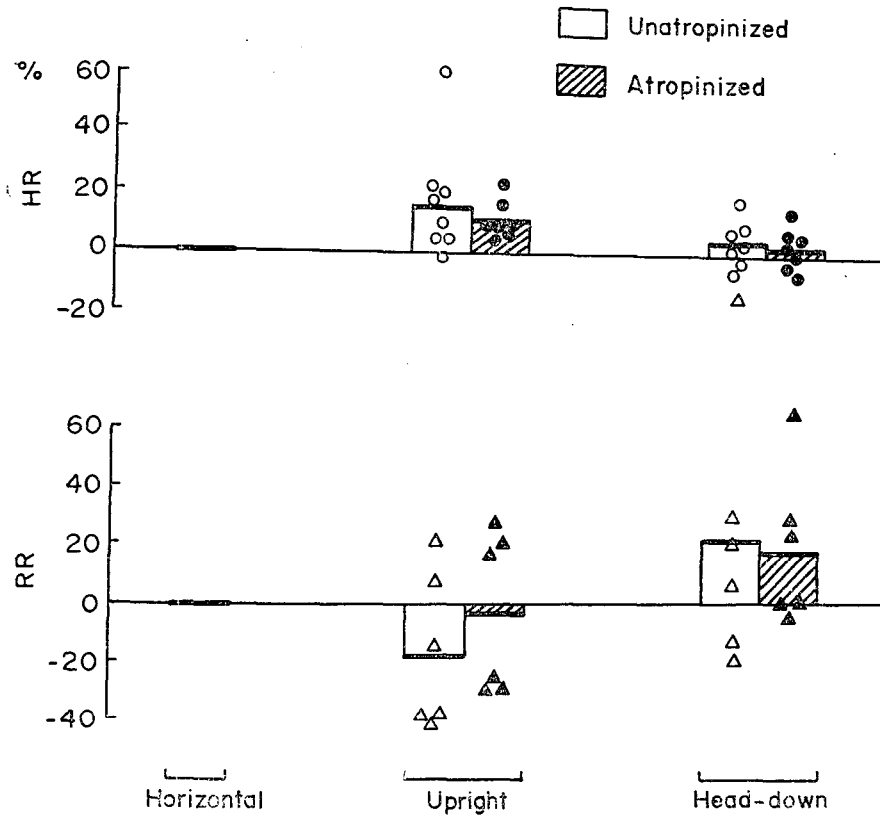


Fig. 7. Effect of atropine on the percent changes of heart rate(HR) and respiratory rate(RR) in the upright and head-down tilt. The each bar represents the mean value. The circle shows HR. The triangle shows RR. The each circle and triangle shows the individual value. The open circle and triangle show the unatropinized value and the closed circle and triangle show the atropinized value.

달리 감소하였으나, 도립위에서는  $19.7 \pm 3.09$ /분으로 수평위  $16.2 \pm 0.98$ /분 보다 증가하였고 분시 심박수와 같은 양상을 보였다. atropine 투여후의 기립위와 도립위로 체위변화시 분시 호흡수의 변화양상은 atropine 투여전과 비슷하였으나 분시 심박수에서와 같이 그 변화정도가 투여전보다 작았다.

### 3) 혈액의 pH, PCO<sub>2</sub>, PO<sub>2</sub> 및 Hct의 변화

체위변화시 동정맥혈의 pH, PCO<sub>2</sub>, PO<sub>2</sub> 및 Hct의 변화는 Table 3과 Fig. 8에서 보는 바와 같다. atropine 투여전과 후의 체위변화시 동맥혈의 pH의 변화는 수평위 대조치  $7.40 \pm 0.01$ 에 비해 별 변화가 없었으며, 정맥혈은 기립위에서 감소하였고, 도립위에서는 동정맥혈 모두에서 별 변화가 없었다.

PCO<sub>2</sub>의 변화는 기립위에서 동맥혈의 PCO<sub>2</sub>는 수평위  $34.4 \pm 1.02$  mmHg에서  $30.9 \pm 1.17$  mmHg로 감소하나, 정맥혈에서는  $38.3 \pm 0.99$  mmHg에서  $42.1 \pm 1.26$  mmHg로 증가하였다. atropine 투여후는 투여전에 비해 기립시 동맥혈의 PCO<sub>2</sub> 감소정도가 약간 작았고, 도립위로 체위변화시는 atropine 투여전과 후에 있어서 동정맥혈의 PCO<sub>2</sub>는 수평위와 비슷한 상태를 유지하였다.

동정맥혈의 PO<sub>2</sub>변화는 기립위로 체위변화시 동맥혈은 변화가 없으나 정맥혈의 PO<sub>2</sub>는 감소하였고, atropine 투여 전과 후의 변화양상에는 차이가 없었다. 도립위에서 atropine 투여전과 후의 동정맥혈의 PO<sub>2</sub>는 수평위에 비해 유의한 변화는 없었다.

Hct의 변화는 수평위에서 동맥과 정맥혈의 Hct는



Table 3. Effect of upright and head down tilt on pH, PCO<sub>2</sub>, PO<sub>2</sub> and Hct of arterial and venous blood of dog before and after atropine administration

			HOR-1			UP			HOR-2			DOWN		
			M	±	SE	M	±	SE	M	±	SE	M	±	SE
pH	ART.	NA	7.40	.010	7.39	.013	7.38	.012	7.39	.008				
		A	7.40	.012	7.39	.016	7.39	.014	7.39	.012				
	VEN.	NA	7.38	.010	7.34	.010	7.34	.014	7.35	.012				
		A	7.36	.013	7.34	.013	7.34	.014	7.36	.013				
PCO <sub>2</sub>	ART.	NA	34.4	1.02	30.9	1.17	33.0	1.24	32.1	1.01				
		A	31.9	.84	30.5	1.60	30.7	1.17	32.1	1.33				
	VEN.	NA	38.3	.99	42.1	1.26	39.4	1.10	38.8	1.04				
		A	37.2	1.04	40.8	1.38	39.6	1.23	38.5	1.30				
PO <sub>2</sub>	ART.	NA	87.4	1.63	85.3	2.76	83.6	1.80	87.1	1.88				
		A	85.2	1.74	81.1	2.22	85.4	1.76	83.0	2.38				
	VEN.	NA	43.4	1.30	30.9	1.33	40.4	1.18	43.1	1.67				
		A	42.7	2.25	29.4	1.55	38.7	1.64	38.0	1.65				
Hct	ART.	NA	39.0	1.12	43.9	1.30	39.6	1.36	41.2	1.04				
		A	38.7	1.29	44.7	1.57	40.4	1.22	41.4	1.14				
	VEN.	NA	39.2	1.01	45.1	1.43	40.6	1.03	41.9	.97				
		A	39.1	1.17	45.4	1.55	42.0	1.36	42.2	1.09				

Note: HOR-1=horizontal-1, UP=upright, HOR-2=horizontal-2, DOWN=head-down; ART.=arterial blood, VEN.=venous blood; NA=unatropinized, A=atropinized.

비슷하였으나 정맥혈이 약간 높았고, atropine 투여 전과 후에는 투여 후가 약간 낮았다. 기립위로 체위변화시 Hct는 atropine 투여 전과 후, 동맥과 정맥혈 모두에서 44~45까지 증가하였고 도립위로 체위변화시에도 41~42로 약간 증가하였으며, 체위변화에 관계없이 정맥혈이 동맥혈보다 Hct가 약간 높은 상태를 유지하였다.

### 고 찰

수동적 체위변화는 중력에 의한 혈액의 이동 및 장기의 위치변화에 의하여 심박관계에 영향을 미치며, 기립위에서는 중력에 의한 혈액의 체하부로의 이동에 의하여 도립위에서는 혈액의 흉곽내와 두부제로의 이동에 의하여 심박관계에 영향을 미친다<sup>4,20)</sup>.

기립위에는 정맥 환류량의 감소에 의한 중심 정맥압이 감소<sup>4,18)</sup>하고 심장으로 들어가는 혈액량이 감소하며 좌심실의 end-diastolic volume 및 pressure가 감소<sup>20)</sup>한다. 따라서 cardiac index의 감소<sup>20~22)</sup>, stroke volume의 감소<sup>20)</sup>와 함께 동맥혈압이 감소한다<sup>4,18,20,22)</sup>고

하며, 분시 심박수는 증가<sup>4,20,23)</sup>한다. 본 실험에 있어서의 기립위의 두부 및 하지 동정맥의 분시 혈류량의 변화는 감소함을 보였고, 경동맥 및 외경정맥의 분시 혈류량이 고동맥과 고정맥에 비하여 더 크게 감소하였다. 전 및 채<sup>18)</sup>는 기립위시 심장 및 머리에 가는 순환 혈액의 감소는 압력수용체에 작용하고 자율신경계의 교감반사는 혈관 운동중추로의 교감신경을 흥분시켜 혈관의 긴장은 상승하고 분시 심박수는 증가한다고 하였고 이때 먼저 확장기 혈압의 상승을 볼 수 있다고 하였다. Convertino 등<sup>23)</sup>도 기립시 수축기 혈압은 변하지 않으나 이완기 혈압의 상승을 보고하였고, 채등<sup>22)</sup>도 전신 말초저항이 증가한다고 하였다. 본 실험에서의 두부 및 하지의 분시 혈류량의 감소와 분시 심박수의 증가는 위의 보고와 일치함을 보인다.

도립위에서는 중력에 의한 혈액의 두부 방향과 유연한 폐조직제로의 이동<sup>4,18,20)</sup>으로 심박관계에 영향을 미치며, Gazenko 등<sup>20)</sup>은 기립위와는 달리 도립시 좌심실의 end-diastolic volume 및 pressure는 증가한다고 하고 이는 정맥환류량의 증가를 나타낸다고 하였다. 그러나 심근의 과도한 부담에 의한 심근의 수축력 감소

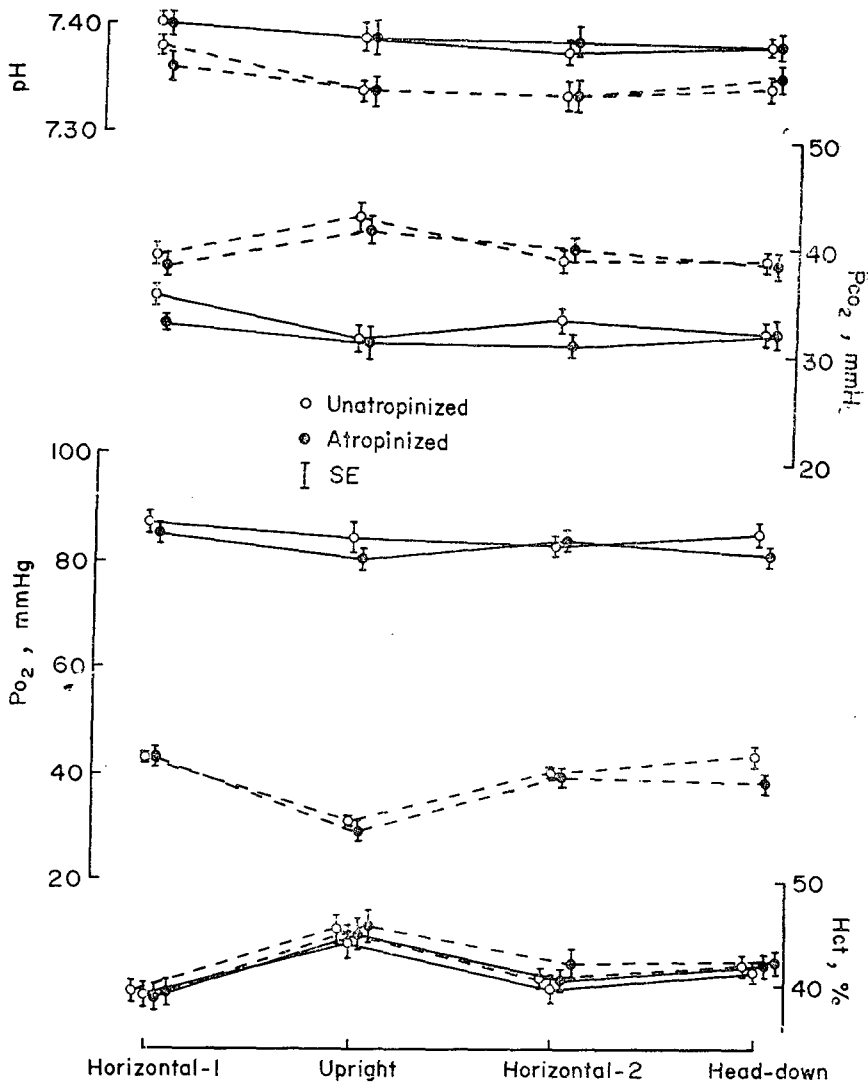


Fig. 8. Changes of the pH, PCO<sub>2</sub>, PO<sub>2</sub> and Hct of the arterial (—) and venous (·····) blood during the postural changes in dogs, and the effect of the atropine.

로 cardiac index, stroke volume 및 평균 동맥혈압은 약간 감소한다<sup>20,22</sup>)고 한다. 전 및 채<sup>18)</sup>도 중심 정맥압의 증가와 평균 동맥혈압의 감소를 보고하였으나, 서 및 채<sup>4)</sup>는 평균 동맥혈압은 감소하나 중심 정맥압도 감소한다고 하였고 이는 유연한 폐장의 혈액 저류, 개의 심장의 위치 또는 기도저항의 증가에 의한 흉곽내부의 과도한 음압상태를 이유로 들었다. 도립위에서 분시 심박수는 증가한다<sup>18,23,25)</sup>고 하나 감소한다는 보고<sup>4,20)</sup>도 있다. 본 실험에서 도립위의 두부 및 하지의 동

정맥 분시 혈류량의 변화는 일정하지 않아 실험동물의 개체에 따른 변화의 차이가 많았다. 분시 심박수는 약간 증가하여 전 및 채<sup>18)</sup>등<sup>23,25)</sup>의 보고와 일치하였다. 서 및 채<sup>4)</sup>는 혈압은 하강하나 두부 및 폐조직에로의 혈액이동으로 혈관 신장반사와 압력수용체의 과도한 신전반사로 혈관 미주신경의 감압반사가 예상되며 말초혈관의 이완과 심박동수의 감소를 초래한다고 하였으나, 채등<sup>22)</sup>은 도립위에서 전신 말초저항이 수평위나 기립위보다 더 증가한다고 하였으며 이는 도립시에 말초혈

관이 수축함을 나타내고 본 실험이나 다른 보고<sup>18, 23, 25)</sup>의 분시 심박수의 증가에 무루어 도립시에도 심박출량이나 동맥혈압의 감소에 의한 압력수용체의 증압반사가 부수적으로 나타나는 것으로 생각된다.

체위변화시 분시 호흡수의 변화는 중력에 의한 내부장기 및 횡경막의 위치변동의 영향을 받으며, 전 및 체<sup>18, 24)</sup>는 기립위시 횡경막의 하강으로 흉막의 신전이 구심성의 신전반사를 유발하여 분시 호흡수가 감소하고, 도립위에서는 반대로 폐의 압축된 상태를 막기 위하여 흡식기로 향하면서 빠르게 확장시킬려는 반사작용으로 분시 호흡수가 증가한다고 하였으나, 김 및 채<sup>26)</sup>와 서 및 채<sup>4)</sup>는 기립위 및 도립위에서 동일하게 분시 호흡수가 증가한다고 하였다. 본 실험에서의 분시 호흡수는 기립시에는 대체로 감소하고 도립시에는 증가하여 체위변화시 분시 호흡수의 변화는 전 및 체<sup>18, 24)</sup>가 보고한 기전에 의한 것으로 보이나, 일부 실험동물에서는 서 및 채<sup>4)</sup>의 보고와 같은 변화도 관찰할 수 있었다.

Liu 등<sup>27)</sup>은 미주신경의 절단에 의하여 실험동물에서 기립에 의한 분시 호흡수는 증가하고, 도립시에는 반대로 감소함을 관찰하였고, 미주신경 절단에 의하여 부교감신경의 기능상실과 동시에 미주신경속에 포함되어 있는 내장지각신경의 구심성 흥분전달이 중지되어, 기립시 연수의 apneustic center의 자극으로 일시적인 무호흡을 야기시키는 현상과 같은 호흡수를 감소시키는 현상은 없어진다고 하였으며, 소위 Hering-Breuer 반사가 중지되므로 호흡의 조절이 어렵게 된다고 하였다. 그러나 전 및 채<sup>18)</sup>는 atropine의 투여로서 미주신경에 있는 내장지각신경의 구심성 흥분은 유지하면서 미주신경의 원심성 흥분만 차단하는 효과를 기대하였다. Viveros 등<sup>28)</sup>은 개에서 0.5 mg/kg의 atropine의 정주로서 하지근의 부교감신경성 혈관이완을 차단할 수 있다고 하였고, Conrad<sup>29)</sup>는 본 실험과 비슷한 0.04 mg/kg의 정주로서 분시 심박수가 증가하고 수축기 및 확장기 혈압이 증가한다고 하였다. 그러나 많은 보고<sup>30~33)</sup>에서 혈관의 완전한 부교감신경의 차단효과는 0.5 mg/kg 이상의 atropine 정주로서 관찰하였으며, Rengo 등<sup>34)</sup>은 부교감신경성 혈관이완을 차단할 수 있는 농도인 1 mg/kg 이라도 atropine 투여만으로는 혈관반응을 감소시키는 효과를 관찰할 수 없었다고 하였다. 또한 5 mg/kg 이상의 고농도에서는 교감신경성  $\alpha$ -receptor의 차단효과를 볼 수 있다<sup>33, 35, 36)</sup>고 하였다. Gaskell<sup>37)</sup>은 상지동맥으로 국소투여시 동측 손의 혈류량은 0.8 mg의 atropine의 투여로  $\alpha$ -receptor의 차

단효과를 보았을 뿐 0.2, 0.4 mg의 투여는 효과가 없었으나, acetylcholine에 의한 혈관이완의 억제는 0.2 mg에서 30분, 0.4 mg에서 45분간 지속됨을 관찰하였다. Mauskopf 등<sup>38)</sup>은 0.04 mg/kg의 atropine 정주는 하지근의 부교감신경의 전기자극시 혈관이완을 부분적으로 억제하는 효과를 보았고, Chand와 Dallaire<sup>39)</sup>는 0.1~0.2 mg/kg에서 acetylcholine에 의한 depressor-response의 부분적 차단효과를 관찰하였다. 즉 atropine의 정주시 0.5 mg/kg 이하에서는 안정상태의 사지혈관의 부교감신경 차단효과는 잘 나타나지 않으나, acetylcholine 투여나 전기적 자극에 의한 부교감신경성 반응은 부분적으로 차단하는 것으로 보인다.

그러나 심장에 대한 미주신경의 차단효과는 0.5 mg/kg보다 낮은 농도에서도 관찰되었으며, Muir 등<sup>39)</sup>은 사람에서 1.2 mg의 atropine 정주로 cardiac ejection curve, ventricular volume curve에의 영향은 없으나 분시 심박수는 증가한다고 하였고, Valentin 등<sup>40)</sup>은 0.01 mg/kg의 정주로 혈압의 변화는 없으나 분시 심박수는 증가한다고 하였다. 또한 혈관의  $\alpha$ -receptor의 차단효과를 볼 수 있는 높은 농도에서도 심장에 대한 atropine의 작용은 muscarinic blocker의 효과를 나타낸다<sup>30, 35, 36)</sup>고 한다.

그리고 atropine에 의한 뇌혈관의 반응을 본 Kawamura 등<sup>41)</sup>은 0.02 mg/kg의 atropine 정주나 뇌혈관에 직접주사시 5% CO<sub>2</sub>의 흡입이나 과호흡에 대한 뇌혈관의 혈류량의 변화는 atropine의 뇌혈관에 직접주사시 감소하나, 정주시는 별 변화가 없다고 하였고, 5% CO<sub>2</sub>의 흡입이나 과호흡의 전에는 atropine의 정주나 국소투여 모두 뇌혈관의 혈류량에는 영향을 미치지 않는다고 하였다. 또한 Busija와 Heistad<sup>30)</sup>은 0.5 mg/kg의 정주시 hypercapnia(과탄산혈증)에 대한 지속적인 뇌혈류량의 증가는 억제하지 못하나 pial artery에 대한 acetylcholine 도포에 의한 혈관이완이나 미주신경 자극에 의한 서맥은 억제하였다고 한다. Lipp와 Dola<sup>31)</sup>는 soman(3,3 dimethyl-2-buthyl methylphosphonofluoride)에 의한 호흡억제효과는 3 mg/kg의 atropine 정주로서 차단됨을 보고하였다.

전 및 채<sup>18)</sup>는 체위변화에 대한 0.03~0.06 mg/kg의 atropine의 정주에 의한 부교감신경의 절후신경의 차단이 미치는 효과를 보고자 하였고, 기립위에서 분시 심박수나 혈압은 atropine 투여전에는 감소하는데 비하여 투여후는 오히려 증가하였고, 중심 정맥압과 분시 호흡수의 감소는 투여전 보다 작았으며, 도립위에서의 혈

압, 중심 정맥압, 분시 호흡수의 변화정도는 atropine 투여후에 작았다고 하였다. Weissler 등<sup>21)</sup>은 사람에게 2 mg의 atropine을 정주시 수평위에서는 투여전에 비해 cardiac index, 분시 심박수, 혈압은 증가하고 stroke volume은 변화가 없다고 하였고, 기립위에서는 투여전에 비하여 분시 심박수는 증가하나 stroke volume은 감소하여 cardiac index나 혈압은 변화가 없다고 하였다. 본 실험에 있어서 atropine 0.5 mg의 정주후, 체위변화시 두부 및 하지 동정맥의 분시 혈류량은 투여전에 비하여 경동맥의 분시 혈류량의 감소는 atropine 투여후가 작았으나, 하지 동정맥의 분시 혈류량의 감소는 기립 및 도립시 다같이 약간 크게 나타났다. 분시 심박수나 분시 호흡수는 수평위에서는 atropine 투여후에 증가하고, 체위변화시의 변화는 atropine 투여시 대체로 변화정도가 더 작았다. 즉 본 실험의 결과로 보아 0.5 mg의 atropine 투여는 수평위의 안정 상태에서는 혈관계에 별 영향을 미치지 못하나<sup>27, 41)</sup>, 기립이나 도립위로 체위변화에 의한 심맥관계의 변화를 억제하는 데는 위의 보고<sup>18, 20, 33, 37, 38)</sup>와 같이 어느정도 효과가 있다고 하겠다.

체위변화시 혈액조건은 보고자에 따라 차이가 있으며, pH는 기립위나 도립시 별 변화가 없다<sup>18, 20, 24)</sup>고 하며, PCO<sub>2</sub>는 기립시 별 변화가 없거나<sup>24)</sup> 감소<sup>20)</sup> 혹은 증가<sup>18)</sup>하며 도립시에는 약간 감소<sup>18, 20, 24)</sup>한다고 한다. PO<sub>2</sub>는 기립시 동맥혈은 별 변화가 없으나 정맥혈은 감소<sup>18, 24)</sup>한다고 하며, 도립시 PO<sub>2</sub>는 동맥혈은 증가<sup>24)</sup>하거나 변화가 없으며<sup>18)</sup> 정맥혈은 약간 감소<sup>18, 24)</sup>한다고 한다. 본 실험에서의 체위변화시 혈액조건에서 pH의 변화는 동맥혈은 별 변화가 없으며 정맥혈은 기립시 감소하고 도립시는 변화가 없었다. 기립시 정맥혈의 PCO<sub>2</sub>는 증가하고 동맥혈은 감소하여 다른 보고와 일치하지 않으며, 기립시 PvCO<sub>2</sub>의 증가와 pH 감소로 보아  $\dot{V}O_2$ 의 증가의 가능성이 보인다. 도립위에서는 별 변화가 없었다. 또한 PO<sub>2</sub>는 기립시 동맥혈은 별 변화가 없으나 정맥혈은 감소하여 진 및 채<sup>18, 24)</sup>의 보고와 일치하였다. 도립시의 PO<sub>2</sub>는 별 변화가 없었다. 이는 도립위에서  $\dot{V}O_2$ 의 증가를 보인 채 등<sup>22)</sup>과 Rao<sup>42)</sup>의 보고와 상치된다. 본 실험에서의 혈액조건으로 보아 기립위에는 중력에 의한 혈액의 하지저류로 정맥혈의 PO<sub>2</sub>는 감소하고 PCO<sub>2</sub>는 증가하며, 횡경막 및 내부장기의 하부 이동으로 폐의 압박이 줄고 도립과는 달리 폐에 저류하는 혈액은 감소하여 가스교환이 용이해져 동맥혈의 PO<sub>2</sub>는 정맥과는 달리 변화가 없으며 PCO<sub>2</sub>는 오히려 약간 감소한 것으로 생각된다. 또한 도립시에는 두부

나 폐의 혈액저류나 장기의 폐의 압박으로 폐의 가스교환은 어려워지나, 반사에 의한 분시 호흡수의 증가로 이를 보상하기 때문에 혈액조건은 별 변화를 보이지 않은 것으로 추측된다. atropine의 투여후 혈액의 조건은 기립이나 도립시 투여전에 비하여 큰 변화를 보이지 않았다.

Hct는 수평위에서 정맥혈의 Hct는 동맥혈보다 약간 높았다. 기립위에서 Hct는 동정맥혈에서 증가하였고, 도립위에서도 약간 증가하였으며 이러한 변화는 Hargens 등<sup>43)</sup>의 보고와 같이 체위변화시 혈액에서 조직으로의 수분이동을 나타낸다고 하겠다. atropine의 투여는 Hct의 변화에 별 영향을 주지 못하였다.

이상에서 기립위와 도립위로 체위변화시 성견에 대한 atropine 0.5 mg의 1회 정주에 의한 부교감신경의 차단은 체위변화에 대한 생체의 내성을 다소 증가시키는 경향을 보이며, 특히 기립시 orthostasis 상태에서 두부에 대한 혈액공급의 감소를 막는데 어느정도 효과가 있다고 생각된다. 그러나 0.04 mg/kg의 atropine 투여로는 부교감신경의 유의한 차단효과를 관찰하지 못하였고 체위변화시 심맥관계의 변화를 억제하기 위해서는 0.5 mg/kg 내외의 atropine 투여로서 유의한 효과를 관찰할 수 있을 것으로 기대된다.

## 요 약

기립 및 도립의 체위변화가 두부 및 하지의 혈액순환에 미치는 영향을 관찰하고, atropine의 정주에 의한 부교감신경의 차단이 체위변화에 대한 심맥관계의 내성을 증가시키는 지를 보기 위하여 개를 경사대에 수평위로 고정하여 수동적으로 기립 및 도립위로 체위를 변화시키고, 각 체위에서 10분간 유지시켜 경동맥, 외경정맥, 고동맥 및 고정맥의 분시 혈류량, 분시 심박수 및 분시 호흡수, 그리고 혈액의 pH, PCO<sub>2</sub>, PO<sub>2</sub> 및 Hct를 측정하였다. 다시 수평위에서 atropine 0.5 mg을 1회 정주한 후 위의 실험과정을 반복하여 시행하고 atropine 투여전과 비교 관찰하였던 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

기립시 두부 및 하지 동정맥혈의 분시 혈류량은 감소하였고, 특히 두부로 가는 혈류량의 감소가 더 컸으나, atropine의 투여는 경동맥의 분시 혈류량의 감소를 억제하였다. 도립시 두부 및 하지의 분시 혈류량은 유의한 변화를 보이지 않았고, 개체에 따라 변화양상도 다르게 나타났다. atropine의 투여는 투여전에 비하여 유의한 차이를 보이지 않았다.

분시 심박수는 기립 및 도립시 모두 증가하였다. atropine의 투여는 수평위에서 분시 심박수는 투여전보다 증가하나, 체위변화에 의한 분시 심박수의 증가를 경감시켰다. 분시 호흡수는 개체에 따라 변화양상에 차이가 있으나, 대체로 기립시는 감소하고 도립시는 증가하였다. atropine의 투여는 기립 및 도립시 다 같이 분시 호흡수의 변화를 억제하였다.

혈액소전은 기립시 정맥혈의 pH 및 PO<sub>2</sub>는 감소하였고, PCO<sub>2</sub>는 증가하나 동맥혈의 PCO<sub>2</sub>는 감소하였다. 도립시 동정맥혈의 소전은 수평위에 비해 별 변화가 없었으며, atropine의 투여후도 기립 및 도립시 모두에서 투여전에 비하여 유의한 변화는 없었다. Hct는 기립 및 도립시 증가하였으며 atropine 투여에 의한 변화는 관찰할 수 없었다.

이상에서와 같이 atropine의 투여는 기립시 두부로 가는 혈류량을 증가시키며, 기립 및 도립시 발생할 수 있는 분시 심박수의 과도한 증가를 억제함으로써 체위 변화에 대한 심박관계의 내성을 증가시키는데 어느정도 효과가 있다고 하겠다.

## REFERENCES

- 1) Abel, F.L. and J.A., Waldhausen: *Influence of posture and passive tilting on venous return and cardiac output. Am. J. Physiol.*, 215: 1058, 1968.
- 2) Sannerstedt, R., S. Julius and J. Conway: *Hemodynamic responses to tilt and beta-adrenergic blockade in young patients with borderline hypertension. Circulation*, 17:1057, 1970.
- 3) Berry, M.R., Jr., B.T. Horton and A.R. Maclean: *The importance of standing, the postural responses of the blood pressure and heart rate, with a note on the method of taking the blood pressure in the erect posture. Med. Clin. N. Amer.*, 24:1095, 1940.
- 4) 서석완, 채의업 : 체위변화에 수반되는 심맥관계반응에 관한 연구. 대한생리학회지, 5:167, 1971.
- 5) Hurst, J.W., R.B. Logue, R.C. Schlant and N.K. Wenger: *The heart. 4th ed., McGraw-Hill, New York, 1978, p.705-716.*
- 6) Lamb, L.E.: *Cardiopulmonary aspects of aerospace medicine. In: Aerospace Medicine, edited by H.W. Randel, 2nd ed., Williams and Wilkins, Baltimore. 1971, p.448-513.*
- 7) Colklin, R.E.: *Circulatory and respiratory reflexes in the rabbit during tipping. Am. J. Physiol.*, 147:661, 1946.
- 8) Porus, R.L. and F.L. Marcus: *Ventricular fibrillation during carotid sinus stimulation. N. Engl. J. Med.*, 268:1338, 1963.
- 9) Alexander, S. and W.C. Ping: *Fatal ventricular fibrillation during carotid sinus stimulation. Am. J. Cardiol.*, 18:289, 1966.
- 10) Greenwood, R.J. and D.A. Dupler: *Death following carotid sinus pressure. JAMA*, 181:605, 1962.
- 11) Chernyshov, M.: *In the fight against weightlessness. Aviat. Space Environ. Med.*, 49:1235, 1978.
- 12) Lovell, J.A., Jr.: *A reflective review of man's venture into space. Aviat. Space Environ. Med.*, 50:63, 1979.
- 13) Blair, D.A., W.E. Clover, A.D.M. Greenfield and I.C. Roddie: *Excitation of cholinergic vasodilator nerves to human skeletal muscles during emotional stress. J. Physiol.*, 148:633, 1959.
- 14) Uvnas, B.: *Sympathetic vasodilator system and blood flow. Physiol. Rev.*, 40:69, 1960.
- 15) Folkow, B.: *Nervous control of the blood vessels. Physiol. Rev.*, 35:629, 1955.
- 16) Rodbard, S.: *Symposium on local regulation of blood flow. Circ. Res.*, 27:1, 1971.
- 17) Murray, R.H. and S. Shropshire: *Effect of atropine on circulatory responses to lower body negative pressure and vasodepressor syncope. Aerospace Med.*, 41:717, 1970.
- 18) 전상년, 채의업 : 수동적 체위변화에 따른 순환 및 호흡반응에 미치는 부교감신경 차단제의 영향. 경북의대잡지, 20:281, 1979.
- 19) Reinhard, K.R., M.E. Miller and H.E. Evans: *The craniovertebral veins and sinuses of the leg. Am. J. Anatomy*, 116:67, 1965.
- 20) Gazenko, O.G., V.I. Shumakov, L.I. Kakurin, V.E. Katkov, V.V. Chestukhin, V.M. Mikhailov, A.Z. Troshin and V.N. Nesvetov: *Central circulation and metabolism of the healthy man*

- during postural exposures and arm exercise in the head-down position. *Aviat. Space Environ. Med.*, 51:113, 1980.
- 21) Weissler, A.M., J.J. Leonard and J.V. Warren: Effects of posture and atropine on the cardiac output. *J. Clin. Invest.*, 36:1656, 1957.
- 22) 채의업, 이석강, 배성호: 체위변화에 수반되는 순환 및 호흡반응. *대한생리학회지*, 7:13, 1973.
- 23) Convertino, V.A., L.D. Montgomery and J.E. Greenleaf: Cardiovascular responses during orthostasis: Effect of an increase in  $\dot{V}O_2$  max. *Aviat. Space Environ. Med.*, 55:702, 1984.
- 24) 전상년, 채의업: 체위변화시의 혈액 pH,  $PCO_2$  및  $PO_2$ 의 변화. *대한생리학회지*, 12:35, 1978.
- 25) 김정금: 체위변화가 폐내공기용량, 심전도 및 혈압에 미치는 영향. *경북의대잡지*, 11:357, 1970.
- 26) 김형수, 채의업: 중등도 저산소증하에 체위변화에 따른 호흡 및 순환반응. *경북의대잡지*, 12:405, 1971.
- 27) Liu, C.T., R.A. Huggins and H.E. Hoff: Circulatory and respiratory responses to postural changes in the vagotomized dog. *Aerospace Med.*, 41:654, 1970.
- 28) Viveros, O.H., D.G. Garlick and E.M. Renkin: Sympathetic beta-adrenergic vasodilation in skeletal muscle of the dog. *Am. J. Physiol.*, 215:1218, 1968.
- 29) Conrad, K.A.: Effects of atropine on diastolic time. *Circulation*, 63:371, 1981.
- 30) Busija, D.W. and D.D. Heistad: Atropine does not attenuate cerebral vasodilation during hypercapnia. *Am. J. Physiol.*, 242:H683, 1982.
- 31) Lipp, J.A. and T.J. Dola: Effect of atropine upon the cerebrovascular system during soman-induced respiratory depression. *Arch. Int. Pharmacodyn.*, 235:211, 1978.
- 32) Scremin, A.M.E., O.U. Scremin and T. Brechner: Survival under hypoxia. Age dependence and effect of cholinergic drugs. *Stroke*, 11:548, 1980.
- 33) Chand, N. and A. Dallaire: The effect of atropine on acetylcholine-induced depressor responses in adult domestic fowl. *Arch. Int. Pharmacodyn.*, 241:45, 1979.
- 34) Rengo, F., L. De Caprio, L. Sacca, B. Trimarco, G. Perez, M. Chiariello and M. Condorelli: Studies on the nature of the vasodilator fibers running in the lumbar sympathetic chain of the dog. *Pharmacology*, 13:539, 1975.
- 35) Abraham, S., E.H. Cantor and S. Spector: Studies on the hypotensive responses to atropine in hypertensive rats. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 218:662, 1981.
- 36) Abraham, S., E.H. Cantor and S. Spector: Atropine lowers blood pressure in normotensive rats through blockade of  $\alpha$ -receptors. *Life Sci.*, 28:315, 1981.
- 37) Gaskell, P.: The effect of intra-arterial atropine infusions on the blood flow through the human hand and forearm. *J. Physiol.*, 131:639, 1956.
- 38) Mauskopf, J.M., S.D. Gray and E.M. Renkin: Transient and persistent components of sympathetic cholinergic vasodilation. *Am. J. Physiol.*, 216:92, 1969.
- 39) Muir, A.L., W.J. Hannan, R.P. Sapru, A.K. Boardman, P.K. Wraith and H.M. Brash: The effect of isoprenaline, atropine and dobutamine on ventricular volume curves obtained by radionuclide ventriculography. *Clin. Sci.*, 58:357, 1980.
- 40) Valentin, N., B.S. Lomholt and G.W. Andersen: Atropine before enflurane anesthesia: Effects on cardiac rhythm, pulse rate, blood pressure and airway secretion. *Acta Anaesth. Scand.*, 26:156, 1982.
- 41) Kawamura, Y., J.S. Meyer, H. Hiromoto, M. Aayagi, Y. Tagashira and E. Ott: Neurogenic control of cerebral blood flow in the baboon. Effects of the cholinergic inhibitory agent, atropine, on cerebral autoregulation and vasomotor reactivity to changes in  $Paco_2$ . *J. Neurosurg.*, 43:676, 1975.
- 42) Rao, S.: Metabolic cost of head-stand posture. *J. Appl. Physiol.*, 17:117, 1962.
- 43) Hargens, A.R., B.J. Turker and C.M. Tipton: Fluid shifts in vascular and extravascular components of humans during and after sim-

- ulated weightlessness. Physiologist, 25(suppl): 63, 1982.*
- 44) Berghem, L., U. Bergman, B. Schildt and B. Sorbo: *Plasma atropine concentrations determined by radioimmunoassay after single-dose i.v. and i.m. administration. Br. J. Anaesth., 52: 597, 1980.*
- 45) Roizen, M.F., A.R. Forbes, R.D. Miller, C.R. Lake and D.R. Stanski: *Similarity between effects of pancuronium and atropine on plasma norepinephrine levels in man. J. Pharmacol. Exp. Ther., 211:419, 1979.*
- 46) Wecker, L. and W.D. Dettbarn: *Effects of atropine and neostigmine on receptor interactions at the neuromuscular junction. Arch. Int. Pharmacodyn., 217:236, 1975.*