

# 체위변화에 수반되는 심맥관계반응에 관한연구

경북대학교 의과대학 생리학교실

서 석 완 · 채 의 업

=Abstract=

## A Study of Circulatory Responses to Postural Changes

Suk Wan Suh, M. D. and E Up Chae, M. D.

*Department of Physiology*

*Kyungpook National University School of Medicine*

*Taegu, Korea*

Anesthetized dogs were tilted from horizontal to the upright and head down position. Tilt, to the upright position was followed by an increase in heart rate. In the head down position a decreased heart rate was obtained. The arterial blood pressure was decreased in the upright position and was decreased markedly in the head down position. The central venous pressure was decreased in the upright position and was markedly decreased down to the negative pressure in the head down position. The respiratory rate was slightly increased in the upright position comparing to that in the horizontal position. No remarkable changes were noted in the head down position.

From the above results the following factors were discussed

The decreased arterial blood pressure during the upright position was supposed to be the secondary effect from the diminished venous return that was suggested by the decreased central venous pressure.

The decreased arterial blood pressure in the head down position was also supposed as the above reason as the diminished central venous pressure during the tilt. In addition the cardioinhibitory effects originated from the baroreceptors might have been operated during head down tilting.

In the heart rate there was slight tachycardia in the upright position this was assumed as the abolished cardioinhibitory impulses from the baroreceptor in the upright position.

On the contrary, despite of the decrease of arterial blood pressure in the head down position as well as in the upright, the bradycardia have been appeared. This was suggestive of cardioinhibitory impulses from the baroreceptors which was stretched during head down tilting.

From the above findings there is a possibility of continuous cardioinhibitory responses during head down tilting for this kind of the short period of 10 minutes which was chosen in this study.

### 머 리 말

경사대에 의하여 체위변화를 수동적으로 이르킨 경우 수의근육의 반사적 수축이 둔해지며 결과로 중력방향으로 내부장기의 위치변화가 일어난다. 그리고 순환

본논문의 내용은 제 23차 대한생리학회에서 발표하였음.

혈액의 심장에서의 박출과 말초에서 심장에의 환류는 중력방향과 일치될 때는 가속되고 역행하는 경우는 감속이 될 것이다. 동시에 중력의 반대 방향에 있는 정맥의 환류장애를 볼 수 있을 것이다<sup>1-4</sup>.

또 혈관에 대한내부장기의 압박도 혈액순환의 저항으로 작용될 것이다. Trendelenburg 위치는 두부에 대한 혈류증가를 도모하지만 중력에 의한 횡경막의 흉파

내부 방향이동은 호흡운동을 방해할 가능성이 있다.<sup>5,6)</sup>

Armstrong, Stapp 등 중력의 심맥관계 반응에 미치는 영향에 관한 보고는 많다.<sup>7-11)</sup> 중력에 의한 심맥관계 반응은 평균 10 초 이내의 짧은 시간의 압력수용체에 의한 혈압 및 심박수의 반사적 적응은 잘 알려진 사실이다.<sup>12)</sup>

한편 최근 Liu<sup>13)</sup>는 심맥관계 반응에 관하여 체위변화에 따른 2분간의 짧은 시간내의 반응을 관찰하였고 저자는 체위변화에 의한 심맥관계 반응을 이보다 긴 10분간 동안 관찰하였다.

경사대에 의한 수동적 기립 및 도립위에서 체순환의 마지막 단계에서 저자는 특히 정맥혈의 환류의 중력에 의한 영향을 보기 위하여 중심정맥압의 변화를 상대정맥과 하대정맥이 모이는 곳에서 측정하여 정맥혈의 환류를 간접적으로 관찰하였으며 동시에 심박수, 북부대동맥압 및 호흡수를 계속 기록하였다.

## 실험 방법

체중 13 kg에서 20 kg, hematocrit 43.2% 전후의 성견(成犬)을 자웅구별없이 25마리를 쓰고 5%의 thio-pental sodium 을 1회에 체중 kg 당 9.6 mg 식을 하지의 복재정맥(saphenous vein)에 주사하고 필요에 따라 2~3회 추가했다. 마취 깊이는 electro nystagmogram<sup>14, 15)</sup>에 의한 안구운동이 약간 있거나 고정되는 소위 stage III의 phase I에서<sup>16, 17)</sup> 관찰하였다.

심전도는 Hewlett Packard(Sanborn)회사제 carrier pre-amplifier 350~1100 C model에 의하여 심전도를 묘기

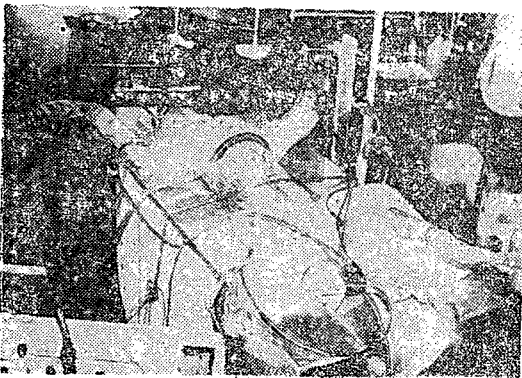


Fig. 1. A dog on the tilting table in the supine horizontal position. A polygraph, pressure transducer for blood pressure, bellow type pneumograph connected to volumetric transducer, and ECG cables are shown.

하였다. 동시에 동맥압을 관찰하기 위하여 같은 회사의 267 B type의 pressure transducer로서 동맥 cannule을 우측고동맥에 삽입하여 심장위치에서의 동맥압을 계속 묘기하였으며 동맥압은 평균혈압으로 표시하였다. 또한 중심부 정맥압을 측정하기 위하여 catheter를 서계부우측고정맥으로부터 유도하여 catheter 끝이 하대정맥과 상대정맥이 합치는 부분까지 밀어넣어 268 B Type transducer에 연결하여 기록하고 수주높이(mm H<sub>2</sub>O)로 읽었다. 동시에 pneumograph (bellow Type)를 Grass의 volumetric transducer (PT 5 A)에 연결하고 Beckman의 RS-Dynograph로서 호흡곡선을 계속 묘기하였다.

체위변화는 장(기립) 90 cm, 폭 45 cm, 높이 101 cm의 수동식경사대(도 1)에다 동물을 양외위로 고정하고 수평위에서 심장 맥관반응을 관찰하여 이것을 대조치로 하고 기립위 및 도립위를 취하였다.

즉 경사대를 10°/sec. 속도로 90°회전시켜서 동물을 수동적으로 기립위에 두고 10분후에 다시 수평위로 옮기고 10분 경과후 다음에 반대로 90°회전시켜 도립위에 두고 10분 두었다가 다시 수평으로 10분간 상기한 심(장) 맥관반응을 심박수, 혈압, 중심정맥압에 대하여 관찰하였으며 결합하여 호흡수를 측정하였다.

체위변화와 시간경과에 따른 반응은 직후, 30 초, 1분, 2분, 3분, 5분 및 10분의 7 단계로 나누어서 기록하였다.

## 실험 성적

### 1. 분시심박수

실험건의 체위변화에 의한 분시심박수는 수평위(제1차) 대조치가 평균 196.9이고 기립 직후에는 211.2이며 30 초 후에는 최고로 242.9까지 증가하고 5분후까지 서서히 회복되어 나가 기립 10분후에도 분시심박수는 수평위 대조치보다 높은 218.3을 보인다( $p < 0.05$ ).

기립 10분후에 제 2차 수평위의 체위변화는 급격히 감소하고 30 초 후에는 177.3, 1분 후에는 175.7, 2분 후에는 최저로 173.5까지 감소되다가 다시 3분 후에는 180.9로서 약간 회복될려는 경향을 보인다.

제 2차 수평위로 10분후 도립위의 체위변화는 다시 감소하고 30 초 후에는 179.0, 3분 후에는 제 2차 수평위 때 최저치보다 더 감소되고, 그후 5분, 10분에 점차적으로 증가한다.

도립위로 10분 경과후 제 3차 수평위로 체위변화는 계속적으로 증가되며, 30 초 후에는 193.1, 1분 후에 약간 감소되었다가, 다시 2분후에는 193.7로 서서

**Table 1. Heart Rate, Blood Pressure, Central Venous Pressure and Respiratory Frequency Changes in the First Horizontal Position and Upright Position** n=25

		Cont. horiz (1)	Upright (Time in Minutes)						
			0	0.5	1	2	3	5	10
Heart Rate (min)	Mean	196.9	211.2	242.9	216.9	231.1	223.7	208.7	218.3
	S.D.	35.1	46.2	16.4	14.4	26.2	47.1	34.4	25.9
B. P. (mmHg)	Mean	167.3	147.5	153.3	156.9	149.7	147.8	149.5	149.6
	S.D.	34.7	31.2	22.8	21.5	22.9	26.8	35.2	30.6
C. V. P. (mmH <sub>2</sub> O)	Max. Mean	242.1	-92.5	-135.3	-147.5	-122.5	-94.5	-147.5	-186.3
	S.D.	58.7	118.3	95.3	78.7	64.0	83.6	65.5	89.4
	Min. Mean	227.6	-118.3	-146.3	-165.8	-150.8	-199.5	160.8	199.5
	S.D.	98.6	97.9	108.1	85.4	74.1	93.2	83.0	91.6
Resp. Rate (min)	Mean	18.9	26.7	16.1	23.4		32.2	32.2	24.1
	S.D.	5.6	22.0	4.0	19.0		17.4	20.8	18.0

(S.D. .... standard deviation n ..... number of animals)

**Table 2. Heart Rate Blood Pressure, Central Venous Pressure and Respiratory Frequency Changes in the Second Horizontal Position Recovering from Upright Position.**

		Recover (Horizontal) (2)						
		0(min)	0.5	1	2	3	5	10
Heart Rate (min)	Mean	207.0	177.3	175.7	173.5	180.9	181.4	207.3
	S.D.	33.0	54.6	34.6	42.0	39.3	45.1	34.3
B.P. (mmHg)	Mean	163.1	161.2	161.9	160.2	168.5	162.6	166.6
	S.D.	26.0	21.2	22.2	26.5	25.0	31.9	23.9
C. V. P. (mmH <sub>2</sub> O)	Max. Mean	206.0	214.0	221.5	224.0	230.0	235.5	236.0
	S.D.	39.1	32.0	26.5	24.5	35.9	46.7	30.9
	Min. Mean	186.0	202.0	205.8	208.5	207.3	209.8	215.5
	S.D.	36.0	39.9	38.7	30.7	29.5	26.1	24.5
Resp. Rate (min)	Mean	21.3	18.5	18.3		18.9	19.6	18.0
	S.D.	6.6	4.2	4.9		6.6	7.5	8.3

(S.D. .... standard deviation)

**Table 3. Heart Rate, Blood Pressure, Central Venous Pressure and Respiratory Frequency Changes in Head Down Tilt after the Second Horizontal Position.**

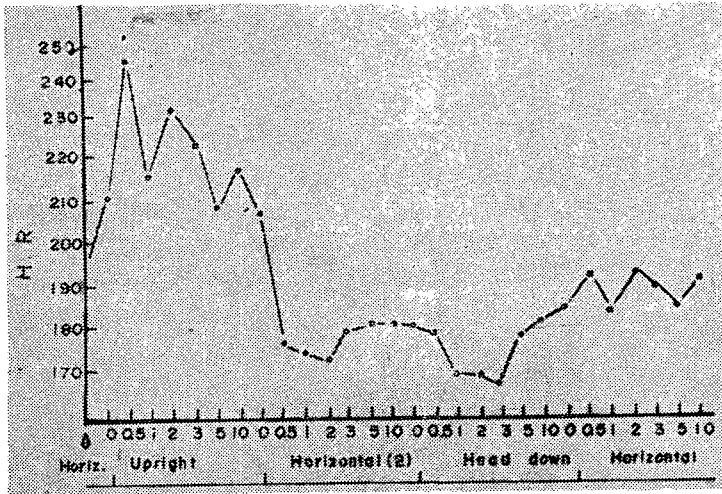
		Head Down						
		0(min)	0.5	1	2	3	5	10
Heart Rate (min)	Mean	181.3	179.0	169.7	170.5	167.7	179.0	183.7
	S.D.	49.5	47.3	49.6	48.7	45.7	48.2	29.0
B.P. (mmHg)	Mean	132.7	131.9	143.3	137.5	139.1	138.1	142.8
	S.D.	26.8	23.2	24.7	27.0	25.1	27.8	24.6
C. V. P. (mmH <sub>2</sub> O)	Max. Mean	-190.3	-280.5	-196.5	-203.0	-202.0	-182.0	-221.5
	S.D.	38.7	34.1	62.0	71.1	70.4	83.1	77.5
	Min. Mean	-208.3	-233.3	-220.0	-230.9	-228.8	-218.3	-263.0
	S.D.	41.1	30.3	56.3	63.7	70.4	85.8	74.0
Resp. Rate (min)	Mean	22.4	20.2	22.9		20.8	20.8	23.5
	S.D.	9.0	8.7	9.8		7.3	15.0	15.3

(S.D. .... standard deviation)

**Table 4. Heart Rate, Blood Pressure, Central Venous Pressure and Respiratory Frequency Changes in Horizontal Position Recovering from Head Down Position.**

		Recover (Horizontal) (3)						
		0(min)	0.5	1	2	3	5	10
Heart Rate (min)	Mean	184.1	193.1	184.1	193.7	190.7	186.6	192.4
	S. D.	47.8	19.4	46.3	27.6	25.1	39.9	21.4
B.P. (mmHg)	Mean	150.9	167.5	173.0	167.1	164.1	161.7	165.8
	S. C.	29.9	15.0	15.4	25.2	32.4	28.5	27.7
C. V. P. (mmH <sub>2</sub> O)	Max. Mean	239.1	251.4	262.9	256.0	282.3	298.8	318.8
	S. D.	71.3	73.7	68.7	72.4	74.0	96.5	42.2
	Min. Mean	225.4	241.7	241.7	244.9	265.3	277.0	298.3
	S. D.	67.3	74.7	77.2	72.7	75.3	96.5	137.8
Resp. Rate (min)	Mean	17.0	13.4	16.1		16.3	17.5	16.6
	S. D.	2.4	4.1	2.5		4.7	5.5	9.7

(S.D. .... standard deviation)



**Fig. 2. Heart rate in the each postural change**

히 정상치로 회복된다(제 1, 2, 3, 4 표 및 제 2 도).

**2. 혈압**

실험건의 수평위(제 1 차) 대조치(정상)는 평균 167.3 (mmHg)이며 기립 직후에 급격하게 감소하고 즉 30 초후에 153.3, 2분후에는 149.7, 10분후 149.6로 하강한다. 기립 10분후 제 2차 수평위의 체위변화시는 급격히 상승하고 거의 정상치로 회복되고 즉 30초 후는 161.2, 3분후에는 168.5, 10분후에는 166.6으로 된다.

제 2차 수평위 10분후에 도립위로 체위변화시는 혈압은 다시 급격하게 하강하여 30초후에는 131.9까지

되었다가(P<0.01) 1분후에는 143.3, 다시 약간 감소하여 2분 후에는 137.5로 서서히 상승되어 대체로 회복되어 가는 경향이며 10분후에는 142.8까지 된다.

도립위 10분후에 제 3차 수평위로 체위변화시는혈압은 다시 급격하게 상승하게 되고 1분후에는 173.0으로 정상치로 회복된다.(제 3 도)

**3. 중심정맥압(C. V. P)**

실험건의 수평위(제 1 차) 대조치(mmH<sub>2</sub>O)는 평균 최고치 242.1, 최저치 227.6이며 기립직후에는 급격하게 하강하고 다시 점차적으로 계속 더 하강하는 경향을 보인다. 즉 30초후에 최고치 -92.5, 최저치 -118.3

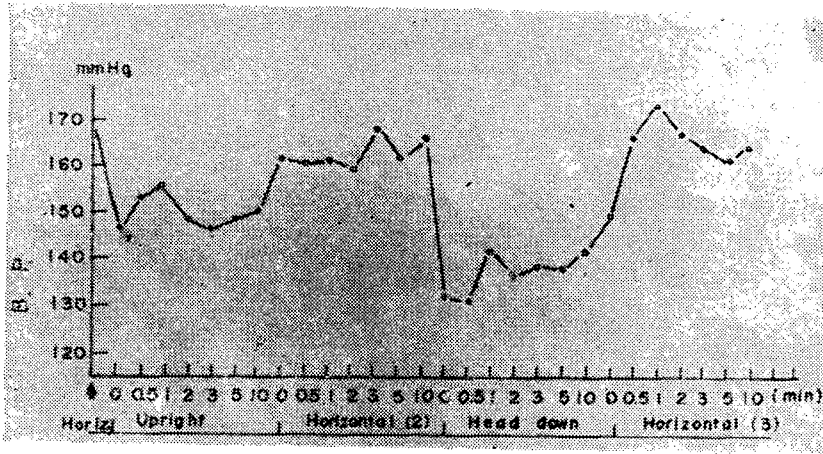


Fig. 3. Blood pressure, mmHg.

1분후에 최고치 135.3, 최저치 146.3, 10분후에는 최고치 186.3( $P < 0.01$ ), 최저치 199.5까지 된다( $P < 0.0$ ).

기립 10분후 제 2차 수평위의 체위변화시는 다시 급격하게 상승하고 거의 정상치로 회복된다. 즉 직후에 최고치 206.0, 최저치 186.0, 1분후 최고치 214.0, 최저치 202.0, 10분후에는 최고치 236.0, 최저치 215.5이다. 이와 같이 약간씩 수평정상치에 점차로 회복되어가는 경향이다.

제 2차 수평위 10분후에 도립위의 체위변화시는 다시 급격하게 하강하고 기립위 때보다도 더 하강하고 30초후에는 최고치 -190.3( $P < 0.01$ ), 최저치 -208.3( $P < 0.01$ ), 1분후에는 최고치 -208.5, 최저치 -233.3로 점차적으로 더욱 하강하는 경향이며, 10분후에는 최고치 -221.5, 최저치 -263.0까지 하강한다. 도립위 10분후에 제 3차 수평위로 체위변화시는 다시 급격한

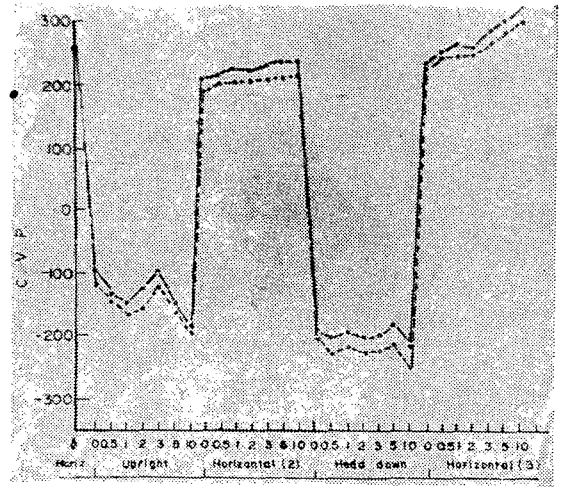


Fig. 4. Central venous pressure, mmHgO(C. V. P).  
(—max., .....min.)

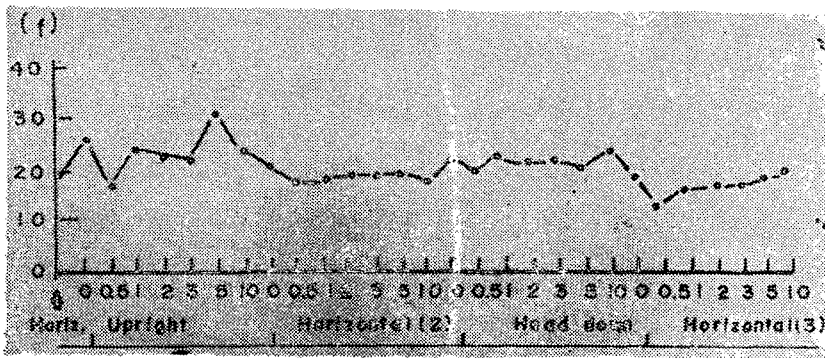


Fig. 5. Respiratory frequency per minute (f).

상승을 보이고 30 초후에는 최고치 239.1, 최저치 225.4, 1분후에는 최고치 251.4, 최저치 241.7로 점차적인 상승을 보이면서 10분후에는 최고치 318.8, 최저치 298.3까지 되어 정상치 최고치 241.1, 최저치 227.6보다도 오히려 더 상승한다(제 4도).

#### 4. 호흡:

실험결의 수평위(제 1차) 대조치는 평균 18.9이며, 기립직후에는 증가하고(26.7) 30초후에는 다시 감소되었다가(16.1) 다시 증가한다(1분후 23.4). 5분후에는 최고로(32.2) 된다( $P < 0.01$ ).

기립 10분후에 제 2차 수평위의 체위변화시는 감소하여 정상치로 회복이 되고 30초후에는 18.5, 1분후에는 18.3, 3분후에는 18.8, 10분후에는 18.0로써 별 변화가 없다.

제 2차 수평위로 10분후에 도립위로 체위변화시는 다시 호흡은 약간 증가되고 30초후는 20.2, 1분후는 22.9, 10분후에는 23.5로 되고 도립 10분후에 다시 제 3차 수평위로 체위변화시는 다시 호흡은 일단 감소하였다(30초후 13.4,  $P < 0.02$ , 1분후 16.1) 서서히 정상치로 회복된다(10분후 18.6)(제 5도).

## 고 찰

경사대에 의하여 체위변화를 수동적으로 일으킬 경우에 첫째 체위변화에 따른 전체 수의근육 특히 사지근육의 반사적 수축이 둔해지고<sup>18,19)</sup> 지구중력방향에 일치하여 소화관 간장 및 횡격막 등 내부장기의 위치변화가 야기되고 순환혈액의 심장에서의 박출과 말초에서 심장의 환류가 지구중력방향과 평행 또는 역행하는 경우에는 그만큼 가속 또는 감속되며<sup>20)</sup> 혈행이 중력에 의하여 간섭을 받을때는 2차적으로 중력방향의 부분으로 울혈의 경향과 이 부분의 정맥혈의 환류장애가 동시에 초래될 것이고 또 겸하여 내부장기의 중력에 따른 이동은 심장맥관계에 일종의 압박을 주게 되고 혈액순환의 저항으로서 작용할 수도 있을 것이다. 임상적으로 출혈환자에 대하여 두부를 수평위보다 내리우는 Trendelenburg 위치는 중력에 의한 혈류의 중추신경계에 대한 순환을 양호하게 하고 출혈에 의한 실혈량을 가능한 한 대상하고 따라서 하지방향의 순환혈량을 감소하게 될 것이다.

이와같이 Trendelenburg 위치가 중요 신경중추에 대한 혈액순환량을 증가시킨다<sup>21,22)</sup>. 그러나 복강내부 및 흉곽내부의 장기가 중력에 의하여 두부방향으로 압박됨으로서 호흡운동과 이에 따른 개소교환의 장애를 초래할 가능성도 있다<sup>6)</sup>.

본실험에 있어 체위변화에 따른 호흡수의 변화는 개체의 차가 많았으며, 대체로 기립위 및 도립위에서 수평위보다 약간 증가하는 경향이였다.

기립위, 도립위 다같이 C. V. P의 감소와 동시에 동맥압의 감소를 보았고, 도립위에서는 C. V. P. 동맥압 다같이 심히 하강함을 보아 정맥환류의 감소가 있고, 분시심장 박출량의 감소를 추측할 수 있다.

도립시의 혈압변화는 대학생을 상대로 한 김<sup>6)</sup>의 보고를 보면 수동적 도립위에서 도립직후에 동맥압의 하강을 보았으나 4~5분이내에 평소의 혈압으로 회복되었으며 확장기혈압이 약간 높은 값을 보였다고 하였다

본실험에서는 기립위 및 도립위에서 체위변화에 의한 초기의 동맥압의 하강이 회복되지 못하였다. 기립위에서 동맥압은 많은 동요가 있었고, 도립위에서 혈압의 초기하강에 이어 미미한 회복경향을 보일 뿐이다 이것은 Liu<sup>13)</sup>의 기립위에서 출혈건이 저혈압으로 4~5분에 사망한 예를 보고한 것과 일치되는 소견이다.

이와같이 혈압의 하강이 심한 것은 네발동물에서 심맥관계(心脈管系) 및 정맥판(瓣)의 구조와 기능이 다를지도 모른다. 기립위에서의 혈압감소는 중심정맥압의 현저한 감소로 보아 정맥환류 장애로 오는 2차적인 결과라고 생각되며, 도립위에서의 혈압감소도 이와 같은 중심정맥압의 심한 감소로 보아 동일한 기전으로 동맥혈압이 하강한것으로 생각되며 도립위에서는 여기에 혈압압력 수용체의 감압반사<sup>23-26)</sup>가 심하게 작용되었다고 사료된다.

또한 특이한 것은 분시심박수가 기립위에서는 압력수용체에 대한 감압반사가 계속 일어나지 않으므로 증가하며 동일한 혈압하강에 있어서도 도립위에서는 압력수용체에서의 감압반사가 계속 작용하므로서 분시심박수는 계속 현저히 감소함을 볼 수 있다.

따라서 체위변화시의 두부방향 경사는 10분간의 짧은 기간에서는 적용될 수 없는 지속적인 감압반응을 유발시킬 가능성이 보인다.

중심정맥압의 변화에 있어서 기립위에서 감소함은 하지 방향에서 우심방에의 정맥혈의 환류가 중력에 의하여 장애되었다고 하겠으나<sup>27)</sup> 도립위에서 중심정맥압의 감소는 인체에서 negative G와는 달리<sup>12)</sup> 다음과 같은 요인을 들 수 있을 것 같다. 즉 유연한 폐장의 혈액체류를 생각할 수 있고<sup>28-29)</sup> 다음에 실지로 사람과는 달리<sup>30)</sup> 개의 심장에서 하지까지의 길이와 심장에서 두부까지의 길이는 비슷하며 즉 심장의 위치가 신장의 거의 중심에 위치하고 있으므로써 도립위에서도 두부방향정맥혈의 환류장애가 있을 수 있고 따라서 중심정맥

압의 감소가 올 수 있을 것이며 다음에 도립시에 기도 저항의 증가로서<sup>31)</sup> 흉곽 내부가 과도한음압상태가 됨으로써<sup>32)</sup> 중심정맥압이 상대적으로 감소할 것이다.

Thiopental sodium 마취주사의 심맥관계반응은 경맥 주사직후의 일시적인 심박수, 혈압, 호흡수의 변화를 보고한 바 있으나<sup>33)</sup> 약용량에 있어서는 재주사에서 주사직후 1 분이내의 짧은 시간내에 회복되었다고 한다.

본실험에서의 개의 분시 심박수, 혈압 및 분시 호흡수의 정상대조치는 최<sup>34)</sup>의 보고한 한국재래잡종 성견의 정상수치 범위내에 있었다.

### 결 론

경사대에 의한 수동적 체위변화시에 실험동물의 심맥관계 반응을 관찰하고 다음과 같은 결론을 얻었다.

분시 심박수는 직립위에서 현저히 증가하고 도립위에서는 감소한다. 동맥혈압의 변화는 직립위에서 감소하며 도립위에서는 더욱 현저히 감소한다. 중심정맥압은 직립위에서 감소하여 음압을 보이며 도립위에서는 더욱 현저한 음압을 보인다.

분시 호흡수의 변화는 수평위에 비하여 직립위에서 약간 증가하였으며 도립위에서는 현저한 변화가 없었다.

기립위에서의 혈압감소는 중심정맥압의 현저한 감소로 보아 정맥혈환류 장애로 오는 이차적인 결과라고 생각되며 도립위에서의 혈압감소도 이와같은 중심정맥압의 심한 감소로 보아 동일한 기전으로 동맥혈압이 하강한 것으로 생각되며 도립위에서는 여기에 첨가해서 혈압에 대한 압력수용체의 감압반사가 심하게 작용되었다고 사료된다.

분시심박수에 있어서는 기립위에서 압력수용체의 구심성흥분파가 계속 일어나지 않음으로 심장억제중추의 영향을 받지 않고 분시심박수가 증가하며 동일한 혈압하강에 있어서도 도립위에서는 압력수용체에서의 감압반사가 계속 작용하므로써 분시심박수는 계속 현저히 감소함을 볼 수 있다.

따라서 체위변화시의 두부방향 경사는 비교적 긴 10 분간에서도 적용될 수 없는 계속적인 감압반응을 유발시킬 가능성이 보인다.

(끝으로 본 연구에 항상 실험을 도와준 이석강 강사와 최경숙 조교에게 감사한다.)

### 참 고 문 헌

1) Abel, F. L. and J. A. Waldhausen: *Influence of posture and passive tilting on venous return and*

*cardiac output. Amer. 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 studying the postural responses of the blood pressure and the heart rate, with a note on the method of taking the blood pressure in the erect posture. Medical Clinics N. America*, 24:1095, 1940.

4) 문영한, 채의업, 문성빈 : 공중근무자의 적성검사. *항공醫學* ' 14:47, 1966.

5) Taylor, J. and M. H. Well: *Failure of the Trendelenburg position to improve circulation during clinical shock. Surg. Gynecol. Obstetrics*, 124:1005, 1967.

6) 金正金 : 體位變化가 肺內空氣容量, 心電圖 및 血壓에 미치는 影響, *慶北醫大雜誌* 11:359, 1970.

7) Armstrong, H. G.: *Principle and practice of aviation medicine, Baltimore, William and Wilkins Co.*, 1939, p. 407.

8) Stapp, J. P.: *Research on human factors of aerial warfare. J. A. M. A.* 168:1744, 1958.

9) 蔡義業 : 各種動物의 陽性加速度耐力에 關한 比較生理學的 및 比較解剖學的 研究, *航空醫學* 7:1, 1959.

10) Klein, K. E., H. M., Wegmann, H. Bruner, and L. Vogt: *Physical fitness and tolerances to environmental extremes. Aerospace Med.* 40:998, 1969.

11) Tarazi, R. C., H. J., Melsher, H. P. Dustan, and E. D. Fronhlich: *Plasma volume with upright tilt; Studies in hypertension and in syncope, J. Appl. Physiol.* 28:121, 1970.

12) *Physiology of Flight, Air Force Manual*, 160-30, USAF, p. 119, 1953.

13) Liu, C. T., H. E. Hoff and R. A. Huggins: *Circulatory and respiratory responses to postural changes in the hemorrhagic dog. J. Appl. Physiol.* 27:460, 1969.

14) 本川弘一 : 醫學生物學電氣的實驗法, 第 5 版, 東京, 南山堂, 1961, p. 170.

- 15) Hobson, H., G. Miller B. Welled and A. Addleman: *The independance oculogram during induction of anesthesia, a Hand Book (Hales, Marey and Charveau)*, Ed. by Geddes, L. A. and Hoff, H. E., Baylor Medical College Press, Houston, p. VI-I, 1967.
- 16) Collins, V. J.: *Principles of Anesthesiology*, Philadelphia, Lea & Febiger, p. 69, 1966.
- 17) Goodman, L. S. and A. Gilman: *The Pharmacological Basis of The rapapeutics*, 4th Ed., New York, Macmillan Co., p. 51, 1970.
- 18) Klein, K. E., H. Bruner D. Hony L. Vogt and H. M. Wegmann: *Influence of stature and physicalfitness on tilt table and acceleration to tolerance. Aerospace Med.* 40:293, 1969.
- 19) Shvartz, E.: *Reliability of quantitative tilt table data. Aerospace Med.* 39:1094, 1968.
- 20) Guyton, A. C.: *Venous return, Handbook of Physiology*, Washington, D. C., Amer. Physiological Soc. Sec. 2, 11:1099, 1963.
- 21) Asmussen, E., E. H. Christensen and M. Nielsen: *The regulation of circulation in different postures. Surgery*, 8:604, 1940.
- 22) Myerson, H. S.: *The influence of posture on blood flow in the dog. Amer. J. Physiol.* 136:381, 1942.
- 23) Abel, F. L., J. H. Pierce and W. G. Guntheroth: *Baroreceptor influences on postural changes in blood pressure and carotid blood flow. Amer. J. Physiol.* 205:360, 1963.
- 24) 浦本政郎: 疲勞判定法, 生理學講座, 第7卷-(8), 東京中山書店, 1952, p. 9.
- 25) Ganong, W. F.: *Review of Medical Physiology*, 3rd Ed., Lange Medical Publication, 1967, p. 476.
- 26) Sarnoff, S. J. and J. H. Mitchell: *The control of function of the heart. Handbook of Physiology*, Washington, D. C., Amer. Physiol. Soc. Sec. 2, 1:389, 1962.
- 27) Houssay, B. A.: *Human Physiology*, 2nd ed. New York, McGrawhill Book Co., 1955, p. 17.
- 28) Taune, W. N., H. B. Burchell D. W. Chaapel and A. Sprau: *Quantitating the effect of gravity on lung scans of macroaggregates of albumin-1131, J. Appl. Physiol.* 21:1381, 1966.
- 29) Kotori, R., D. S. Amorim R. A. Theyl and E. H. Wood: *Influence of body position on reginal pulmonary and arterial venous shunts in intact dogs. J. Appl. Physiol.* 29:288, 1970.
- 30) 李永麟, 南基鏞, 李相敦: 누웠을때의 신체중심의 이동과 가슴둘레의 감소, 서울의대잡지, [1:297, 1961.
- 31) Leblanc, P., F. Ruff and J. Milic-Emili: *Effects of age and body position "on airway closure" in man. J. Appl. Physiol.* 28:448, 1970.
- 32) Fulton, J. F.: *A textbook of Physiology*, 17th Ed., Philadelphia, W. B. Saunders Co., [1956, p. 738.
- 33) 權得基, 崔秉玉, 金在炯: *Sodium Thiopental* 靜注直後의 呼吸 및 動脈血壓變化觀察, 最新醫學, [12:79, 1969.
- 34) 崔瓊淑, 申鉉鐵, 金亨洙, 李在福: 韓國在來雜種成犬의 數種生理値에 關하여, 慶北醫大雜誌, [10:2, 1969.