

체위 변화에 수반되는 순환 및 호흡반응

경북대학교 의과대학 생리학교실

채 의 업 · 이 석 강 · 배 성 호

=Abstract=

Circulatory and Respiratory Responses to Postural Changes

E Up Chae, M.D., Suck Kang Lee, M.D. and Sung Ho Bae, M.D.

*Department of Physiology, Kyungpook National University School of Medicine
Taegu, Korea*

An attempt was made to study circulatory and respiratory responses to the passive tilt. Anesthetized dogs were tilted from horizontal to upright (+90°) and head down (-90°) position.

The arterial blood pressure was decreased in the upright position and was decreased slightly in the head down position comparing to that in the horizontal position. Cardiac index also decreased in the both upright and head down positions. The total systemic vascular resistance was slightly increased in the upright position and was markedly increased in the head down position.

The mean pulmonary arterial pressure was significantly decreased in the both upright and head down positions. The total pulmonary vascular resistance was decreased in the both upright and head down positions.

Oxygen consumption was slightly decreased in the upright position, whereas it was slightly increased in the head down position. The A-V O₂ difference (vol.%) was slightly increased in the upright position and increased in the head down position.

From the above results, process of the circulatory compensation to the gravity in the passive tilting test was discussed. Neuronal cardiovascular regulation to the gravity and the adaptation of capacitance vessels to hydrostatic stress and oxygen consumption concerning anoxic endurance of the brain were also discussed.

머 리 말

경사대에 의하여 체위변화를 수동적으로 일으킬 경우 수의근육의 중력에 의한 반사적 긴장성수축 특히 팔다리 또는 몸통의 여러 근육의 수의적운동에 의한 수축이 잘 일어나지 못한다. 따라서 근육의 수축으로서 이루어지는 정맥판에 의한 정맥펌프의 기능을 유지하는데 장애를 받으며 결과적으로 중력에 역행하여 심장으로 이동하는 정맥혈의 환류장애를 초래하게 될 것이다. 따라서 유동성 혈액의 중력방향 이동으로서 오는 혈액의

본 연구에 소요된 연구비의 일부(400,000원)는 1972년도 문교부 학술연구조성비에 의하여였음.

분포변화와 체내부의 가동성장기의 중력 방향 변화에 따른 현수방향변화로 인한 혈관의 이상적 굴곡내지는 압박을 받으며, Poiseuille의 법칙에 따른 혈관굴곡에 의한 혈관경의 변화와 혈류감소를 보게 될 것이다¹⁾.

그 외에 경사대에 의하지 아니하고 체하부방향의 혈액잔류를 인위적으로 조성하기 위하여 복부부터 하지까지를 저압으로 유지하면 혈액의 체위하부체류를 보고 전순환혈량의 감소와 이에 따른 저혈압을 보게 된다. 이것은 체위변화 혹은 가속도에 의한 중력의 변화에 의하지 않고 단순히 혈액을 하지방향으로 이동시키는 데 도움이된다^{2,3)}.

경사대 및 체하위저압법에 의한 상대적 hypovolemia

(혈량 감소증)에 대한 적응과정에서 오는 반응으로 혈행동태의 관찰소견은 초기의 혈압하강과 이에 따른 심장의 반사적속박이 있으며, 말초혈관의 반사적수축과 이에 따른 일시적인 확장기 혈압의 상승등이 특이하며, 점차로 혈압의 재상승을 추측할 수 있다⁴⁻⁶⁾.

미우주인 선발에 적용된 경사대검사는 대상자의 무릎과 어깨를 고정한 후 수동적으로 65° 경사를 세워서 25분간 관찰하였으며, 접수는 경사에 의한 혈압의 하강이 적을 수록 좋으며, 분시심박수가 반사적으로 정상범위내에서 증가하는 것이 좋다. 경사에 의한 성적, Score (S)는 다음식으로 인해서 계산된다.

$$S = 25 - M + \frac{Pt}{4}$$

Pt: 평균맥박
M: 매분 25회 측정하고 안정시
대조치보다 낮은 회수

참고로 문⁶⁾등의 보고는 한국인 청장년에서 S는 18 내지 97이었다. 인체에 있어서 체위변화에 의한 심장 및 맥관계에 대한 생리학적 변화는 지구 중력에 의한 영향이며, 체축과 지구중력의 방향과 이루는 각도에 따라서 혹은 신체의 동체 및 사지의 굴곡도에 따라서 체위변화의 양상이 조금씩 달라질 것이다.

지구중력은 980 dyne 을 1 지구중력단위 G 로하고, 지구상의 물건을 매초 980 cm 속도씩 가속시킬 수 있는 (980 cm/sec²) 힘과 일치된다. 오늘날 중력의 증가 또는 감소, 그리고 중력이 소실하는 무중력상태에서의 재증상에 대한 연구는 우주여행과 더불어 활발하게 이루어지고 있다⁷⁾.

1지구중력하에서 재생리적 변화 특히 도립시의 생체 변화는 특수체육 분야에서만 관심을 가지고 있을 뿐이며, 기계체조에서 평행봉, 철봉, hoop 등에 의한 회전시와 인도의 yoga 등에서 도립의 생리를 고찰한 바 있다. 두부(頭部)를 수평위치보다 낮추어 대뇌에 대한 혈액환류를 양호하게 할려는 시도는 임상에서 흔히 볼 수 있는 것이다.

채⁸⁾는 높은 중력을 인공적으로 조성하고 중력에 대한 생체의 작용방향에 따른 영향을 각종 동물에 대하여 비교 관찰하고 중력에 대한 저항력이 대체로 중축에 따라 일정하고 작용방향에 따라 그 저항력이 일정하게 증가되는 것을 보고한 일이 있다. 즉 수초내의 짧은 가속도 폭로에서 30분이상의 비교적 긴 가속도 폭로 시간까지 관찰하고 가속도 상승율은 2.8 G/sec에서 관찰하여 비교적 장시간 견딜 수 있는 시간과 안전한 중력의 문턱값을 비교하여 그 개체가 이겨낼 수 있는 저항력을 가속도내력(加速度耐力)으로 하였다.

가속도내력은 무엇에 의하여 변화하는 것인가는 여

러가지 조건에 의하여 정해될 것이다. 먼저 대뇌의 혈액공급이 중력에 역행해서 잘 이루어질 것이며, 둘째로 대뇌의 신경세포가 무산소증(anoxia)에 걸리지 않아야 할 것이다. 대뇌의 혈액공급은 심장에서 두부까지의 중력과 평행방향의 거리에 따라 좌우되며 짧은 수축 혈액공급이 용이하다. 1 cm 의 거리에 대하여 0.77 mm. Hg/cm 의 혈압이 중력에 의하여 소모되며, 인체에서 중력이 5배로 증가하면 (양성가속도, 陽性加速度)⁹⁾ 두부까지 혈액을 공급할 수 없게 된다. 따라서 목이 긴 사람보다도 짧은 사람이 양성 가속도에 내력이 강하다는 Lamb¹⁰⁾의 견해와 같다.

1971년 본 교실에서 서 및 채¹⁵⁾는 체위변화에 수반되는 시간경과에 따른 실험동물(개)에 대한 분시심박수, 동맥혈압, 중심정맥압의 변화에 대하여 관찰한 바가 있다. 급변 체위변화에 수반되는 체 및 폐순환의 혈행동태를 관찰하고, 특히 체위변화에 수반하여 분시심박수와 전체순환 및 폐순환의 혈류저항의 변화를 관찰하고 중력이 혈액순환에 미치는 영향을 관찰하였다. 아울러 중력에 대한 혈압조절기능에 대하여 고찰하고 재태의 경사대실험 및 채하부 감압검사법을 고찰하였다. 또한 중력에 의한 혈액순환의 대상기능과 증가된 중력에 대한 가속도내력(加速度耐力)⁸⁾과 이 대상기능의 정도가 서로 일정한 연관성이 있을 가능성을 고찰하였다. 본 연구에 있어서 서 및 채¹⁵⁾의 보고에서 실험개에서 기립 및 도립위에서 다같이 중심정맥압의 현저한 감소를 보고하였고, 이것은 정맥혈의 환류장애를 추측하게 하였으며, 도립위에서 정맥압의 성립원인이 분명치 아니 하였으며 더우기 체위변화에 수반되는 전폐혈관의 혈류저항에 대한 문헌상보고는 드물며, 체위변화시의 심장계수와 전폐혈관의 저항을 관찰하고 겸하여 분시산소소모량을 보고하는 바이다.

실 험 방 법

체중 13 kg 내지 20 kg 의 성견(成犬)을 자용 구별없이 쓰고, 5% thiopental sodium 을 1회에 체중 kg 당 9.6 mg 석을 하지의 복재정맥에 주사하고 필요에 따라 2~3회 추가했다.

마취깊이는 electronystagmogram^{11,12)}에 의한 안구운동이 약간 있거나 고정되는 소위 stage III 의 phase I^{13,14)}에서 관찰하였다.

실험동물을 경사대(傾斜臺)에 고정하고 수평위에서 동물을 양와위에 고정하고, 안정시의 재생리적변화를 관찰했다. 경사대를 10°/sec 속도로 90°회전하여 수동적

으로 동물을 기립위에 두고 3분에서 8분 사이에 5분간 생리적 변화를 기록한 뒤에 다시 수평위로 옮기고 10분 경과후 반대로 90°회전시켜 도립위에 두고 3분에서 8분까지 5분간 생리적 변화를 관찰하였다(제 1 도).

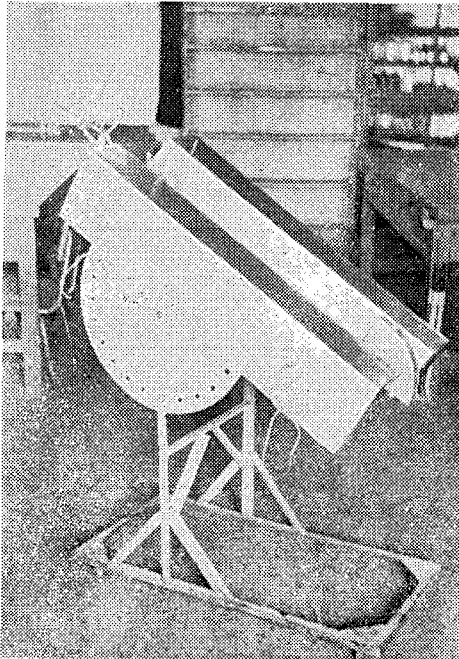


Fig. 1. Dog tilt table. The tilt table is equipped with a mouth ring, shoulder supporter, and riding saddle to prevent slide during tilt.

재생리적 변화의 관찰을 심폐기능의 변화를 보기 위하여 다음과 같은 항목에 관하여 측정하였다.

동맥압(mmHg) : Hewlett packard (Sanborn) 회사제 carrier preamplifier 350~1100 C model에 의하여 심전도를 표시하였다. 동시에 동맥압을 관찰하기 위하여 같은 회사의 267 Type pressure transducer로서 동맥 cannula를 우측 고동맥에 삽입하여 심장위치에서의 동맥압을 묘기하였으며, 혈압의 표시는 중간혈압으로 하였다.

폐동맥압(mmHg) : 268 B type transducer에 연결하여 기록하여 읽었다. catheter를 우정맥에서 유도하여 우심방 및 우심실을 폐동맥에 삽입하였다. catheter의 최종위치는 oscilloscope에 의한 압의 pattern에 의하여 정하고, 실험후 부검하여 재확인하였다.

분시박출량(ml/min) : Fick의 원리에 의하여었다. 즉 동맥혈과 혼합정맥혈의 산소함량의 차, $FaO_2 - FvO_2$ 의 값을 분시 산소 소모량으로 나누어 얻었다.

전폐혈류저항(dyne·sec/cm⁵) : 폐동맥압(dyne/cm²)을 초시 심박출량으로 나누어 얻는다. 말초 혈류저항의 계산식을 다음 식에서 실제측치로 얻어진다.

$$\text{전폐혈류저항} = \frac{\text{폐동맥평균압(mmHg)}}{\text{심박출량(ml/sec)}} \times 1332 \text{ dyne} \cdot \text{sec/cm}^5$$

전체순환혈류저항(dyne/sec/cm⁵) : 동맥압(dyne/cm²)을 초시 심박출량(cm³/sec)으로 나누어 얻는다.

$$\text{전체순환혈류저항} = \frac{\text{고동맥평균압(mmHg)}}{\text{심박출량(ml/sec)}} \times 1332 \text{ dyne} \cdot \text{sec/cm}^5$$

혈액가스분석 : 동맥혈은 고동맥에서 heparine을 바른 주사기에 의해서 polyethylen cannula를 통하여 얻었고 혼합정맥혈은 심장 catheter를 통하여 폐동맥에서 얻었다. 채취된 혈액은 Van Slyke-Neill법에 의하여 동맥혈과 정맥혈의 O₂함량으로 측정하고, 그 동정맥 O₂함량차(A-V O₂ difference)을 구하였다.

분시 산소소모량 : Open circuit method(개방회로법)으로써 분시 산소소모량(VO₂)을 측정하였다. 가스분석은 Godart 회사의 nitrogroph(자동질소계)로써 질소농도를 측정하고, Beckman 회사의 oxymeter(산소자동측정계)로 산소농도를 측정했다. 호흡가스는 처음 수평위에서 5분간 채취하고 다음 기립위 및 도립위에서 채취변화후 3분후부터 5분간 채취하고 그 평균치를 분시 산소소모량으로 했다. 기관에 cannula를 삽입하여 one way valve(일방성 판막)에 의하여 대기공기를 흡입하게 하고, 호출가스는 기밀하게 bag에 모아서 공기용량은 Thomas 회사의 dry gasmeter로서 읽었다.

실 험 성 적

1. 체순환 혈행상태

동맥압(mmHg) : 고동맥에서 측정된 동맥압력은 제 1 표와 같으며, 수평상와위에서 중간혈압의 평균치는 170.4 mmHg였으며, 기립위에서 152.0 mmHg로써 이는 수평위의 89.3%로써 -10.7%의 하강을 볼 수 있다.

도립위에서 평균 158.8 mmHg로써 이는 수평위의 93.2%로써 6.8%의 혈압하강이 되었음을 알 수 있다(제 1 표 및 제 2 도).

심장계수(L/min/M²)

수평위 평균 심장계수는 2.85 L이었으며 기립위에서 평균값이 7.1% 정도 감소하고 도립위에서는 평균 18% 감소하였다. 그리고 통계학적으로 유의있는 변화는 아니었다.

Table 1. Systemic hemodynamics

		Mean Systemic Arterial Pressure, mmHg	Cardiac Index, L/min/M ²	Total Systemic Vascular Resistance, dynes·sec/cm ⁵
Horizontal	Mean	170.4	2.85	6,982
	S.E.	9.8	0.50	662.8
Upright	Mean	152.0	2.36	8,069.3
	S.E.	15.5	0.72	1,651.4
	Percent change	-10.7	-17.1	+28.0
	Significance, P	>0.05	>0.05	>0.05
Head Down	Mean	158.8	2.53	10,016.6
	S.E.	11.9	0.48	1,686.2
	Percent change vs. horizontal	-6.8	-18	+43.4
	Significance, P	>0.05	>0.05	<0.02
	No. of animals	12	9	8

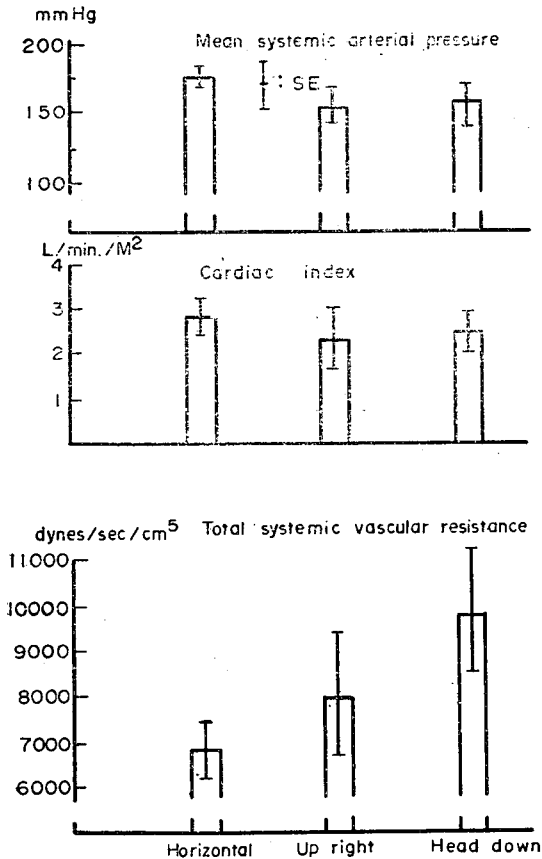


Fig. 2. Systemic hemodynamics.

전 말초저항(dyne·sec/cm⁵)

수평위에서 평균 6,982, 기립위에서 28% 증가하였고, 도립위에서 43.4%가 증가하였으며, 도립위의 증가는 통계적으로 유의있는 변화이었다.

2. 폐순환 혈행동태

폐동맥압(mmHg)

수평위치로써 평균 34.8 mmHg이며 기립하에서 55% 저하(p<0.01)하고 도립하여 69.4%로 감소(p<0.01)하고 있다.

전폐저항(dyne·sec/cm⁵)

Table 2. Pulmonary hemodynamics

		Mean Pulmonary Arterial Pressure, mmHg.	Total Pulmonary Vascular Resistance, dyne·sec/cm ⁵
Horizontal	Mean	34.8	2,164
	S.E.	4.1	659.0
Upright	Mean	15.6	1,119
	S.E.	3.0	334.4
	Percent change	-55.0	-48.8
	Significance, P	<0.01	>0.05
Head Down	Mean	10.6	862
	S.E.	1.6	80.4
	Percent change vs. horizontal	-69.4	-60.2
	Significance, P	<0.01	>0.05
	No. of animals	12	8

수평양좌위(水平仰臥位)에서 2,164 dyne · sec/cm⁵이며, 기립위에서 평균 48.4% 감소하고 도립위에서 평균 60.2% 감소하였으나 통계적으로 유의있는 변화는 아니었다(제 2 표 및 제 3 도).

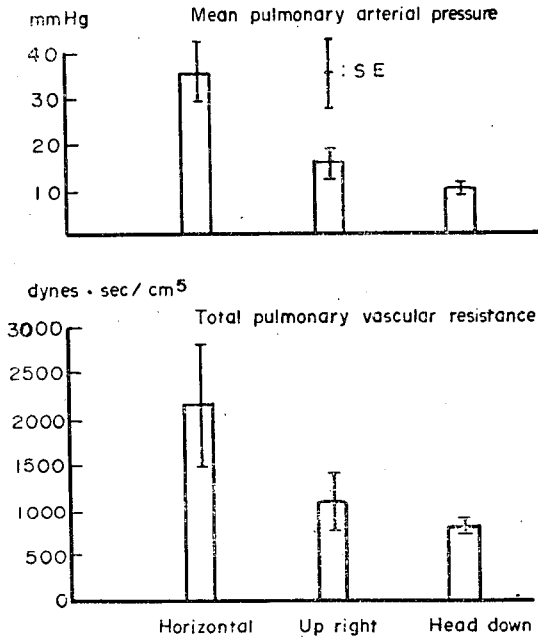


Fig. 3. Pulmonary hemodynamics.

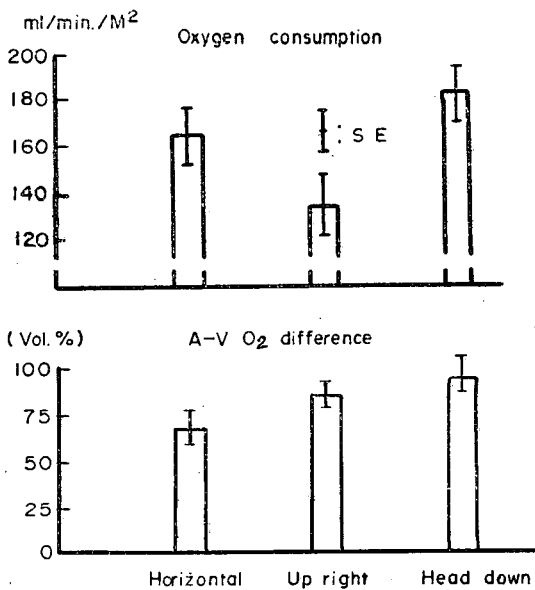


Fig. 4. Oxygen consumption and A-V O₂ difference.

3. 등맥과 정맥의 산소함량차

(A-V O₂ difference, Vol. %)

수평위에서 6.80%였으며, 기립위에서 평균 21.5%

Table 3. Oxygen consumption and A-V O₂ difference

		Oxygen Consumption, ml/min/M ²	A-V O ₂ difference, Vol. %
Horizontal	Mean	165	6.80
	S.E.	12.7	0.85
Upright	Mean	136.5	8.27
	S.E.	19.3	0.84
	Percent change	-18.3	+21.5
	Significance, P	>0.05	>0.05
Head Down	Mean	183.6	9.64
	S.E.	5.38	1.32
	Percent change vs. horizontal	+12.4	+41.5
	Significance, P	>0.05	>0.05
No. of animals		9	8

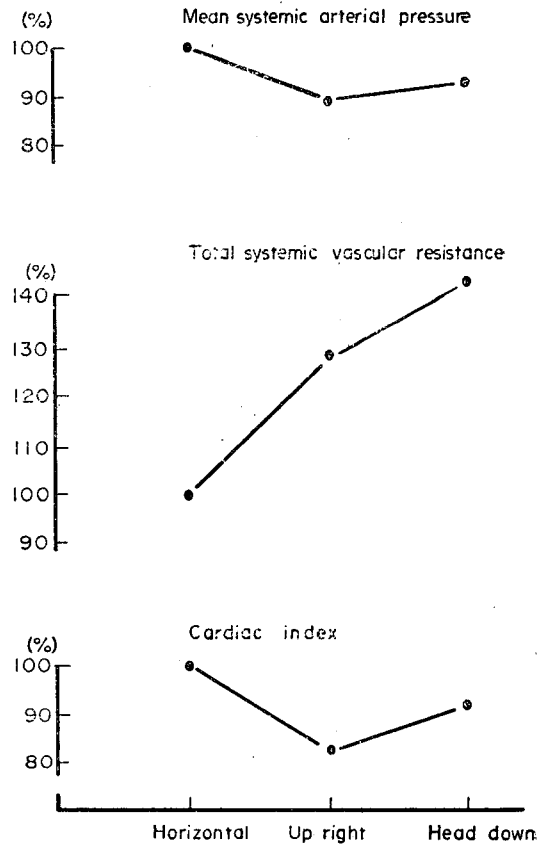


Fig. 5. Systemic hemodynamics.

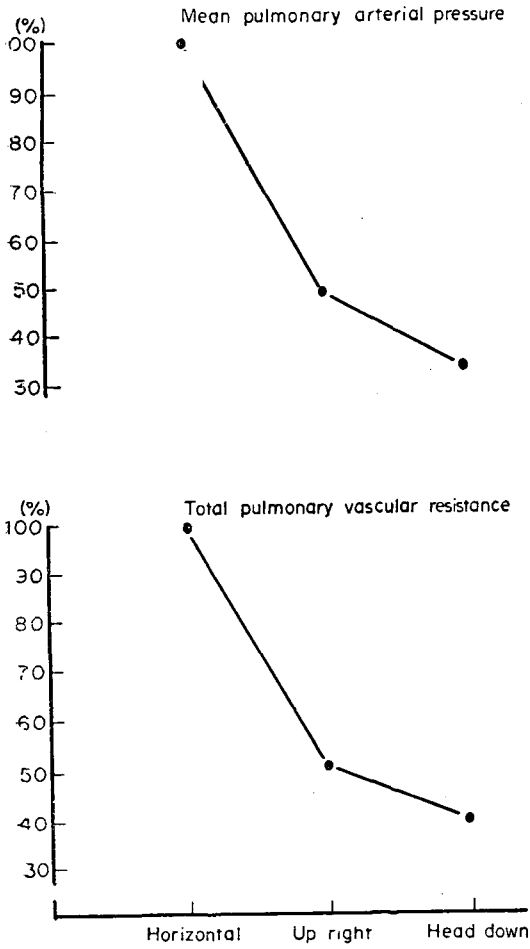


Fig. 6. Pulmonary hemodynamics.

증가하고 도립위에서 41.5% 증가하였으나 유의있는 변화는 아니었다(제 3 표 및 제 4 도).

4. 분시 산소 소모량(ml/min/M²)

수평위에서 165 ml/min/M²이고 기립위에서 평균 18.3% 감소하고, 도립위에서 12.4% 증가하였으나 통계적으로 유의있는 변화는 아니었다(제 3 표).

이상 성적치의 수평위에 대한 백분비 증감율을 도시 하면 제 5, 6 및 7도와 같다.

고 안

체위변화에 따르는 혈압변동은 서 및 채¹⁵의 보고에 의하면 실험동물(개)에 있어 기립 및 도립에서 다같이 비

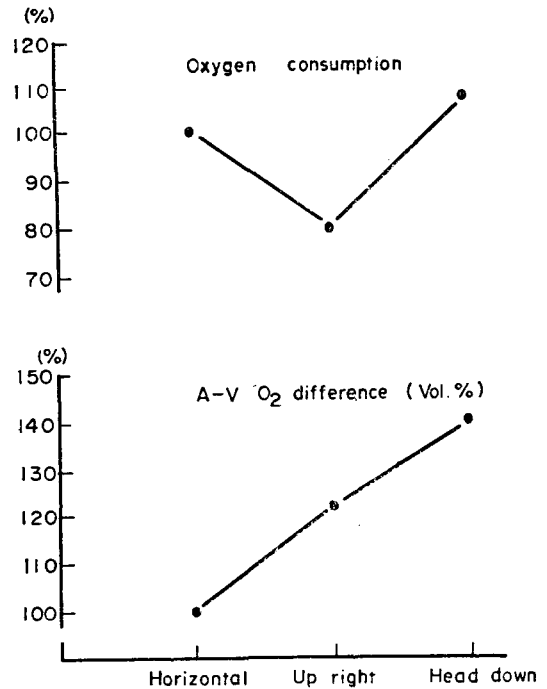


Fig. 7. Oxygen consumption and A-V O₂ difference.

교적 혈압의 동요가 안정되는 것은 체위변화후 3분부터였으며, 기립 및 도립위 다같이 동맥압의 감소를 보였다.

Taylor 및 Well¹⁶은 사람에게 있어서 수평위와 10°경사의 두부저위치의 혈압변화는 9%정도 감소함을 보고하였다. 본 실험에서는 도립위에서 혈압이 수평위보다 평균 6.8%감소하였으며 기립위에서는 10.7%감소하여 있다.

기립시에 혈압이 하강함을 순환혈액의 하지방향이동과 정맥환류의 장애로 인한 것이라 생각되며, 이것을 대상하기 위하여 속맥이 온다는 것은 서 및 채¹⁵의 보고에서도 볼 수 있다. 이와 같이 심장의 반사적속맥에서도 불구하고 원상으로 회복되지 못하는나.

Best¹⁷등은 사람에게서 수평위에서 기립위가 됨으로서 심장계수가 감소한다고 한다. 이것은 중력에 의한 상술한 바와 같이 정맥의 심장으로의 환류의 장애로서 분시심박출량이 감소하기 때문이다. 본 실험에도 17.1% 감소함을 알았다.

Liu¹⁷의 보고에 의하면 개에 있어서 기립시 산소 소모량은 수평위에서 보다 감소하고 도립위에서는 변화가 없었다. 본 실험에서는 기립위에서 18.3%감소하고 도립에서 12.4%증가하였으나 유의있는 변화는 아니었다.

權²⁾ 등은 실험동물(개)에 thiopental sodium 10 mg/kg 를 주사하여 마취한 개에 8 mg 씩을 2 mg/kg/sec 의 속도로 추가하여 thiopental sodium 의 심장에 미치는 영향을 본 결과 대개 혈압감소가 50초 이내에 돌아옴을 관찰하였다. 따라서 본 실험에서 혈행동태의 마취 영향은 적었으리라 생각된다.

전말초저항은 개의 수평위에서 2,000~9,000 dyne · sec/cm⁵라고 하나¹⁾ 본 실험에서는 수평위에서 6,982 dyne · sec/cm⁵ 이었으며 약간 많은 측에 속한다. 말초저항은 체표면적에 반비례한다고 한다. 전말초저항계산식은 Blair¹⁸⁾는 대동맥압을 초시심박출량으로 나누어 1,332배 했으나 Yang¹⁹⁾ 등은 대동맥압에 우심방압을 감하고 이것을 초시심박출량으로 나누어 1,332배하고 있다. 본 실험에서는 전자에 의하였으며 우심방압이 보통 0임으로²⁰⁾ Blair²⁰⁾에 의하여도 큰 차이가 없으리라 생각된다.

경사대검사는 하체감압 검사(LBNP)를 비교해보면, Musgrave²¹⁾ 등은 분시심박수와 혈압의 변화의 정도가 70°의 경사대검사는 50 mmHg 의 하체감압검사와 동일한 성적이 나오며 위와 동일 조건에서 검사시에는 약 400 ml 의 혈액이 흉곽내부의 혈액저장부에서 하체방향으로 이동하여 이에 따른 상대적 혈량감소증(hypovolemia)에 대한 심맥관계의 대상과정을 관찰할 수 있는 것이다. 이때 대상과정의 지연 또는 부전은 잠재성이상 또는 질환의 발견, 조기진단의 방법이 되는 것이다.

Fick 법에 의한 분시심박수계산은 보통 ±10%의 오차가 있으므로¹⁵⁾ 정확을 기하기 위하여 혈류가 항상 일정해야 하므로 본 실험에서 체위변화후 혈압과 중심정맥압이 비교적으로 일정해지는¹⁵⁾ 3분후부터 공기호흡 가스와 혈액을 채취하여 산소소모량과 동정맥산소함량차를 계산하였으므로 오차범위는 줄어들었으리라고 사료된다.

Faint, syncope(실신, 기절)은 대뇌의 빈혈로서 오는 급작스런 의식 상실로서 일시적인 말초혈관확장과 서맥으로 흔히 강한 정신적 자극에서 생긴다. 의식상실은 수분내에 회복되는 것이 보통이다.

혈관미주신경성 실신(vasovagal syncope)는 심한 서맥으로 분시심박출량의 감소가 있고 따라서 혈압의 하강이 오게 된다.²²⁾

Postural syncope(체위성실신)는 기립시에 하지에 혈액이 모여서 심장에 가는 정맥환류가 적어 결국 분시심박출량이 감소하고 혈압이 감소하게 된다.

그 외의 중요한 것은 교감신경자극에 의한 골격근 혈관의 확장이 밝혀지고 이것이 혈류저항을 감소시키

고 이로 인하여 혈압의 하강을 생각할 수 있다.

Newberry²³⁾는 +1.75 Gz 의 중력을 부하했을 때 사지의 정맥혈관의 혈액 수용성 확장도(compliance)로서 그 사람의 수동적 경사대실험에 대한 중력에 의한 실신의 발생시간(분)을 계산하는 식을 발견했다. 혈관의 탄력성과 중력에 대한 혈관의 긴장성유지가 좋을수록 중력에 대한 내력은 증가한다는 계산이다.

이 compliance 를 감소시키므로서 중력의 영향 즉 가속도내력을 증가시킬 수 있다는 계산이며 Salzman²⁴⁾도 +3 Gz(지구중력의 3배)에서 즉 하지혈관의 compliance 가 혈압수용체의 반사적 조절로서 감소함을 보고하여 생체의 자동적 대상기능을 관찰하였으며, Alexander²⁵⁾는 복강내부장기의 정맥은 사지의 혈관보다 더욱 compliance 가 클 것이라고 보고하고 체위변화 또는 중력에 영향이 매우 클 것이라고 하였으며, 따라서 중력, 또는 가속도내력에 영향을 갖을 것으로 생각된다.

Alexander²⁵⁾와 Salzman²⁶⁾은 혈압수용체가 우심방과 복강내에도 있어 정맥혈관의 긴장을 조절하여 정맥혈압을 올려서 중력에 의한 혈류장애를 대상하고 정맥환류를 좋게 한다고 하였다.

Newberry²³⁾는 중력에 대한 인체의 +Gz(하지방향중력)의 실신에 대한 내력 시간(분)은 사지혈관의 compliance 에 반비례($p < 0.001$)하고 연령에는 무관한다고 하였고 Allen²⁷⁾은 체육훈련을 받는 사람에게는 경사대 실험에서 실신의 예가 적음을 보고하였으며, Klein²⁸⁾은 신장과 중력에 대한 내력의 상관관계를 비교하였으며 그 신장이 길 수록 +Gz 의 내력이 감소함을 말하였으며 이는 전술한 Lamb¹⁰⁾의 의견과 일치하는 소견이다.

동물(개) 실험에서 도립에 의한 중심정맥압의 감소는 필연적으로 분시심박출량을 감소시킬 것이며 분시심박출량의 감소는 말초혈관의 저항이 일정하다면 혈압하강도 추측하게 한다.

본 실험에서 도립시에 심장계수(L/min/m²)는 수평위에 비하여 -18%감소함을 보였다. 대체로 도립위에서 혈압수용체(stretch receptor)의 신장반사에 의하여 분시심박수는 감소하여¹⁵⁾ 혈압수용체는 도립위에서 심장보다 하위에 있고, 계속 수력학적압력(hydrostatic pressure)을 받아 심장을 계속 느리게 하며(서맥) 본 실험에서 대동맥압이 약간 감소하고 폐동맥압에서는 현저한 감소(-69.4%)가 있었다. 이것은 네발동물(개)의 심장의 신장(身長)에 대한 위치와 중력에 대한 대상기능의 미비, 순환혈의 유연한 폐장내 체류, 따라서 상대적으로 혈량 감소증으로 오는 혈압감소 및 분시심박출량의 감소가 그 원인이 아닌가 생각한다.

유연한 폐장의 혈액 체류에 대하여는 본 실험에서 전 폐혈류저항이 도립위에서 감소하였으며 폐에 혈관저항이 감소하였음은 혈액의 체류를 추축하게 하며 폐동맥압의 도립위에서의 감소도 폐혈관의 수동적확장을 추축케하며 폐혈관의 대상기능의 미비함을 상상하게 한다.

여기에 비하여 기립위 및 도립위에서 다같이 본 실험에서 관찰한 대동맥압의 감소와 전체 순환저항의 증가는 혈관긴장을 유지하고 낮은 혈압을 상승시킬려는 대상기능의 일부라고 생각할 수 있다.

기립위 및 도립위에서 동맥혈과 혼합 정맥혈의 산소함량차이의 증가는 산소소모량의 증가와 분시심박출량의 감소등(어느 하나 혹은 둘이 다같이) 그 원인이라고 생각된다. 즉 실지로 개방성회로법으로 관찰한 호흡가스분석은 평균 산소소모량이 수평위에 비하여 기립위에서 감소하고 도립위에서 증가하였다. 또한 분시심박출량은 본 실험에서 기립위 및 도립위에서 수평위에 비하여 다같이 감소함을 보았다.

제8)의 보고에 의하면 대체로 중력에 대한 생체내력은 중축에 따라 일정하게 변하며 그 원인은 체구의 크기와 몸무게에 반비례하여 내력이 증가하며 체위변화에 따른 영향은 행축가속도(-Gx)가 가장 내력이 강하며 양성가속도(+Gz)가 다음이며 음성가속도(-Gz)가 가장 내력이 약하다. 본 실험에서 중력에 대한 수평위 기립 및 도립위의 혈액순환의 용이도는 수평위에서 가장 정상적이며 대상기능에 있어서 혈압, 심장계수등의 변화는 기립위는 도립위보다 좋으며 비록 혈압은 낮고 정상으로 회복되지 아니하였으나 신경성조절의 대상기능이 합목적적이고 분시심박수의 증가, 말초혈관의 수축으로 생각되는 전체순환혈류의 증가등은 negative feed back로서 해석이 되나 도립위에서는 신경성조절이 실제로 심장위치에서의 혈압이 낮으나 두부와 압력수용체가 심장하부에 있으므로 계속 혈압을 내리는 방향으로 되며 따라서 분시심박출량은 계속 감소하고 positive feed back의 방향을 갖게 된다. 겹하여 도립위에는 분시산소소모량의 증가가 있으므로, 대뇌의 산소공급은 더욱 부족하게 되며 유연한 폐의 혈액체류 등은 순환혈량을 감소시키고 중력의 내력을 감소시키게 된다고 사료된다.

결 론

경사대에 의한 수동적 체위변화시에 순환 및 호흡반응을 갑종성전에 대하여 관찰하고 다음과 같은 성적을

얻었다.

고동맥압 및 심장계수(L/min./M²)는 기립 및 도립위에서 수평위에 비하여 감소하는 경향이였다.

전체순환혈관저항(dynes·sec/cm⁵)은 기립위에서 수평위에 비하여 28%증가하였으며 도립위에서 43.4%증가했다. 폐동맥압은 기립위에서 55%감소하고 도립위에서 69.4%감소했다.

전체순환혈관저항은 기립위에서 48.8%감소하고 도립위에서 60.2% 감소했다.

분시산소소모량(ml/min/M²)은 기립위에서 수평위보다 18.3%감소하고 도립위에서 12.4%증가했다.

동정맥혈산소함량차는 기립위에서 21.5% 증가하고 도립위에서 41.5% 증가했다.

경사대 검사의 중력에 대한 대상과정을 고찰하였으며 중력에 대한 자동적 심박관계 조절기능의 양상과 이에 따른 혈액 수용성혈관의 긴장성유지능력 및 생체의 산소소모량과 대뇌무산소증이 올 수 있는 가능성등으로서 중력에 대한 생체의 내력을 고찰하였다.

(끝으로 본 연구에 항상 실험을 도와준 최경숙 조교와 이석주 군의 노고에 대하여 감사한다.)

REFERENCES

- 1) Best, C.H., and N.B. Taylor: *The Physiological Basis of Medical Practice, 8th ed., Baltimore, W-illiam & Wilkins Co., 1967, p. 786.*
- 2) Zeckman, F.W., F.S. Musgrave, R.C. Mains, and J.E. Cohn: *Respiracry mechanics and pulmenary diffusing capacity with lcwer bcdy négative pressure. J. Appl. Physiol., 22(2):247-250, 1967.*
- 3) Gilbert, C.A., and P. Stevens: *Forearm vascular responses to lcwer bcdy négative pressure and orthostasis. J. Appl. physiol., 21:1265, 1966.*
- 4) 金正金: 體位變化가 肺內空氣容量, 心電圖 및 血壓에 미치는 영향. 慶北醫大雜誌, 11:357, 1970.
- 5) Willion, C.L.: *Projectmercury candidate evaluation program. WADC, Technical Report 59-505, USAF, Dec. 1959.*
- 6) 문영한, 체의업, 문성빈: 空中근무자의 適性檢査. 航空醫學 14:47, 1966.
- 7) 蔡義業: 無重力과 加速度. 대한의학협회지, 12: 477, 1969.
- 8) 蔡義業: G-force와 生體耐力の 실험적 연구. 航空

- 醫學, 14:29, 1966.
- 9) Gell, C.F.: *Table of equivalents for acceleration terminology. Aerospace medicine*, 32:1109, 1961
 - 10) Lamb, L.E.: *Gravitational changes. In: Cecil-Loeb Textbook of Medicine*, ed. by Bensch, P.M. and W. McDermott. 13ed, Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1971, p. 38.
 - 11) 本川弘一: 醫學生物學電氣的實驗法. 제 5판, 東京南山堂 1961, p. 170.
 - 12) Hobson, H.G., M.B. Wellen, and A. Addleman: *The independance oculogram during induction of anesthesia. In: a Handbook (Hales, Marey and Chazareau)*, ed. by L.A. Geddes, and H.E. Hoff, Baylor Medical College Press, Houston, 1967, p. VI-1.
 - 13) Collins, V.J.: *Principles of Anesthesiology. Philadelphia, Lea Febiger, 1966, p. 69.*
 - 14) Goodman, L.S. and A. Gilman: *The Pharmacological Basis of Therapeutics*, 4th ed., New York, Macmillan Co., p. 51, 1970.
 - 15) 서석완, 채의업: 체위변화에 수반되는 심박관계 반응에 관한 연구. 대한생리학회지, 5:71, 1971.
 - 16) Taylor, J., and M.H. Well: *Failure of The Trendelenburg position to improve circulation during clinical shock. Surg. Gyn. Obst.*, 124:1005, 1967.
 - 17) 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(4):460-464, 1969.
 - 18) Blair, E, A.V. Montgomery, and H. Swan: *Posthypothermic circulatory failure. I. Physiologic observation in circulation. Circulation*, 13:909, 1956.
 - 19) Yang, S.S., L.G. Bentivoglio, V. Maranhao, and H. Goldberg: *From Cardiac Catheterization Data to Hemodynamic Parameters. 1st ed. Philadelphia, F.A. Davis Co, 1972, p. 37, p. 248.*
 - 20) Guyton, A.C.: *Textbook of medical physiology*, 4th ed, Philadelphia, W.B. Saunders Co. 1971, p. 224.
 - 21) Musgrave, F.S., F.W. Zechman, and R.C. Mains: *Comparison of 70° tilt and several levels of lower body negative pressure on heart rate and blood pressure in man. Aerospace Med.*, 42(10):1065-1069, 1971.
 - 22) Ganong, W.F.: *Review of Medical physiology*, 3rd ed. San Francisco, Lange Medical publication, pp 430, 508, 1967.
 - 23) Newberry, P.D. and A.C. Bryan: *Effect on venous compliance and peripheral vascular resistance of head ward (+Gz) acceleration. J. Appl. Physiol.*, 23:150-156, 1967.
 - 24) Salzman, Z.W., and S.D. Leverett: *Peripheral venoconstriction during acceleration and orthostasis. Circulation Res.*, 4:540-545, 1965.
 - 25) Alexander, R.S.: *The participation of the venomotor system in pressor reflexes. Circulation Res.*, 2:405-409, 1954.
 - 26) Salzman, E.W.: *Reflex peripheral venoconstriction induced by carotid occlusion. Circulation Res.*, 5:149-152, 1957.
 - 27) Allen, S.C., C.I. Taylor, and V.E. Hall: *A study of orthostatic insufficiency by the tiltboard method. Am. J. Physiol.*, 143:11-20, 1945.
 - 28) Klein, E.E., H.M. Wegmann, H. Bruner, and L. Vogt: *Physical fitness and tolerances to environmental extremes. Aerospace Med.*, 40:998, 1969.