

## 중량별 신체부하가 호흡순환기능에 미치는 영향

서국용 · 이광무 · 이재규 · 이창민 · 김정태

(부산대)

(동의대)

(창원대)

### ABSTRACT

본 연구의 목적은 트레드밀 운동시 신체에 가해지는 중량별 부하가 심박수, 환기량, 호흡수, 이산화탄소배출량, 산소섭취량, 체중당산소섭취량, 호흡교환률 등에 어떠한 영향을 미치는지를 측정하여 훈련이나 운동처방에 도움이 될 수 있는 자료를 얻고자 하였다. 피검자들은 성인 남녀 각 5명씩을 대상으로 하였으며, 신체 중량별 부하는 남자에게 안정시, 무부하, 5kg부하, 10kg부하, 15kg부하로 하였으며, 여자에게는 안정시, 무부하, 5kg부하, 10kg부하로 구분하여 측정하였다. 운동부하는 트레드밀(TC-1200, Technogym, Italy)을 이용하여 중량별로 4km/hr로 3분간 실시하였다. 단계별 운동부하에 의한 인체에 미치는 호흡순환계의 변화를 조사하기 위해 호흡순환계의 변인을 측정 분석한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

남자그룹의 경우는 심박수, 환기량, 이산화탄소배출량, 산소섭취량, 체중당산소섭취량, 호흡교환률에 대한 중량별 평균차의 검증에서 안정시와 무부하, 5kg부하와 10kg부하, 10kg부하와 15kg부하 사이에는 유의한 차이가 나타났고, 무부하와 5kg부하 사이에서는 유의한 차이가 없었다. 호흡수에 있어서는 10kg부하와 15kg부하 사이에서만 유의한 변화가 나타났다. 여자그룹의 경우는 심박수, 환기량, 이산화탄소배출량에 대한 중량별 평균차의 검증에서는 안정시와 무부하, 무부하와 5kg부하, 5kg부하와 10kg부하 사이에서 유의한 변화가 나타났으며, 산소섭취량과 체중당산소섭취량에 있어서는 안정시와 무부하, 무부하와 5kg부하 사이에서만 유의한 변화가 나타났다. 또한 호흡교환률과 호흡수에 있어서는 안정시와 무부하 사이에서만 유의한 변화가 나타났으며, 무부하와 5kg부하, 5kg부하와 10kg부하 사이에는 유의한 차이가 없었다.

이와 같은 결과를 종합해 보면 남자에게는 걷기시에 단계별 무게부하가 호흡순환계에 영향을 미친다고 볼 수 있으나, 5kg까지의 부하는 호흡순환계에 영향을 미치지 않고 일을 수행할 수 있음을 알 수 있다. 그리고 여자에게는 걷기시에 단계별 무게부하가 운동시 심박수와 환기량, 이산화탄소배출량에는 영향을 미치고 호흡교환률과 호흡수에는 영향을 미치지 않음으로 보아, 여자에게는 걷기시에 단계별 무게부하가 호흡순환계에 영향을 받고 있음을 알 수 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구의 대상

본 연구의 대상은 P대학교 대학원생 남녀 각각 5명씩으로 총 10명으로 했으며, 피검자의 신체적 특성은 Table 1에서 나타낸 바와 같다.

Table 1. Characteristics of Subjects

Group		Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	Arm Length (cm)	Leg Length (cm)	Upperarm Girth (cm)	Thigh Girth (cm)
Male (n=5)	M	30.0	173.6	70.6	73.2	88.4	30.0	39.2
	SD	2.00	4.10	9.24	3.42	6.54	1.00	4.27
Female (n=5)	M	26.2	163.6	55.0	69.2	89.4	29.2	45.8
	SD	5.63	4.39	6.00	1.92	5.37	1.92	3.96

### 2. 측정항목 및 방법

#### 1) 체격측정

체격의 측정은 고흥환(1987)의 방법에 의해 신장, 체중, 상·하지장, 상완위, 대퇴위를 측정 기록하였다.

#### 2) 호흡순환기능의 측정과 무게부하의 방법

운동부하별 호흡순환기능의 변화를 파악하기 위해서 트레드밀(TC-1200, Technogym, Italy)을 이용하여 속도를 4km/hr(Inclination : 0% 고정)로 3분간 주었다. 중량별 부하는 모래주머니를 5kg, 10kg, 15kg로 각각 만들어 트레드밀 운동시 양손으로 들기 편하게 용기에 담아 견게 하였다. 호흡순환기능의 분석은 독일 Jaeger사 제품인 Oxycon Alpha를 이용하여 매 30초 간격으로 측정하여 심박수(HR), 환기량( $V_E$ ), 이산화탄소배출량( $V_{CO_2}$ ), 산소섭취량( $V_{O_2}$ ), 체중당산소섭취량( $V_{O_2}/wt$ ), 호흡교환률(RER), 호흡수(BF) 등을 분석하였다. 각 중량부하별 휴식시간은 2시간으로 하였다.

### 3. 통계처리

본 연구의 통계처리는 spss-pc<sup>1</sup>를 사용하여 처리하였으며, 중량부하의 단계별 평균의 차이에 대한 유의성 검정은 paired t-test를 이용하였으며, 각각의 중량부하별 차이를 알아보기 위해서는 oneway ANOVA를 사용하였다.

### III. 연구결과 및 고찰

#### 1. 심박수의 변화

중량부하별 심박수의 변화성적은 Table 2에서 나타낸 바와 같다.

Table 2. Changes of heart rate(HR, beats/min) during weight load.

Group	Lord	M±SD	diff	t-Value	F-Ratio
Male (n=5)	Rest(A)	68.9±9.36	19.4	6.6**	2.20** A/B,C,D,E B/D,E C/D,E
	Free Weight(B)	88.3±4.31			
	5kg Weight(C)	91.9±9.34	3.7	1.4	
	10kg Weight(D)	104.4±8.55	12.5	11.1**	
	15kg Weight(E)	115.5±9.94	11.5	5.1**	
Female (n=5)	Rest(A)	75.7±3.40	23.4	8.9**	15.2** A/B,C,D B/D
	Free Weight(B)	99.1±7.57	16.9	4.3*	
	5kg Weight(C)	115.9±16.2			
	10kg Weight(D)	130.3±19.9	14.4	3.6*	

\* P<0.05    \*\*P<0.01

남학생의 경우 안정시와 무부하시 심박수의 변화는 안정시가 68.9±9.36beats/min, 무부하시는 88.3±4.31beats/min로 무부하시가 유의한 증가(p<.01)를 나타내었고, 5kg부하시는 91.9±9.34beats/min로 무부하시보다는 약간 증가하였으나 유의한 차이는 없었다. 10kg부하시는 104.4±8.55beats/min로 5kg부하시보다 유의한 증가(p<.01)를 나타내었고, 15kg부하시는 115.5±9.94beats/min로 10kg부하시보다 유의한 증가(p<.01)를 하였다.

여학생의 경우는 안정시와 무부하시 심박수의 변화는 안정시가 75.7±3.40beats/min, 무부하시는 99.1±7.57beats/min로 무부하시가 유의한 증가(p<.01)를 나타내었고, 5kg부하시도 115.9±16.2beats/min로 무부하시보다 유의한 증가(p<.05)를 나타내었으며, 10kg부하시는 130.3±19.9beats/min로 5kg부하시보다 유의한 증가(p<.05)를 나타내었다.

이러한 중량부하의 차이는 팔운동은 똑같은 다리운동보다 혈액순환과 더 밀접하게 관련되어 있으며, 팔운동 동안에 심박수를 높이는 것은 교감신경의 흥분으로 생각된다(Bhambhani 등, 1991). 또한 Graves 등(1987)과 Jackson 등(1973)의 연구에서도 정적 운동시에는 정적 수축을 심하게 할수록 혈압과 심박수는 더 증가되며, 트레드밀 주행중 손에 물건을 들게하는 정적 운동을 동시에 하게 되면 트레드밀 주행만을 했을때와 같은 운동량일때도 혈압 및 심박수가 더 높다는 보고와 일치하지만, 남학생의 경우 무부하와 5kg부하시에는 유의한 변화가 나타나지 않아 5kg부하의 작업은 남학생들에게 있어서 심박수에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

## 2. 환기량의 변화

중량부하별 환기량의 변화성적은 Table 3에서 나타낸 바와 같다.

Table 3. Changes of ventilation( $V_E$ , l/min) during weight load.

Group	Lord	M $\pm$ SD	diff	t-Value	F-Ratio
Male (n=5)	Rest(A)	8.7 $\pm$ 0.26	13.4	24.2**	31.71** A/B,C,D,E B/D,E C/E D/E
	Free Weight(B)	22.1 $\pm$ 1.38	1.6	2.8*	
	5kg Weight(C)	23.6 $\pm$ 0.40	5.2	2.3	
	10kg Weight(D)	28.8 $\pm$ 4.77	8.0	5.42**	
	15kg Weight(E)	36.8 $\pm$ 7.66			
Female (n=5)	Rest(A)	10.3 $\pm$ 1.18	12.5	14.8**	48.8** A/B,C,D B/C,D C/D
	Free Weight(B)	22.7 $\pm$ 2.70	6.5	3.3*	
	5kg Weight(C)	29.2 $\pm$ 3.54	5.2	3.1*	
	10kg Weight(D)	34.4 $\pm$ 4.84			

\* P<0.05    \*\*P<0.01

남학생의 경우 안정시와 무부하시 환기량의 변화는 안정시가 8.7 $\pm$ 0.26l/min, 무부하시는 22.1 $\pm$ 1.38l/min로 무부하시가 유의한 증가(p<.01)를 나타내었고, 5kg부하시는 23.6 $\pm$ 0.40l/min로 무부하시보다 유의한 증가(p<.05)를 나타내었다. 10kg부하시는 28.8 $\pm$ 4.77l/min로 5kg부하시보다 약간 증가하였으나 유의한 차이는 없었고, 15kg부하시는 36.8 $\pm$ 7.66l/min로 10kg부하시보다 유의한 증가(p<.01)를 하였다.

여학생의 경우 안정시와 무부하시 환기량의 변화는 안정시가 10.3 $\pm$ 1.18l/min, 무부하시는 22.7 $\pm$ 2.70l/min로 무부하시가 유의한 증가(p<.01)를 나타내었고, 5kg부하시는 29.2 $\pm$ 3.54l/min로 무부하시보다 유의한 증가(p<.05)를 나타내었으며, 10kg부하시는 34.4 $\pm$ 4.84l/min로 5kg부하시보다 유의한 증가(p<.05)를 나타내었다.

이와 같은 분당환기량의 증가는 호흡의 심도와 빈도수가 증가되므로 가능하다. 특히 호흡근이 작용하기 때문에 필연적으로 환기에 필요한 O<sub>2</sub> 소비량이 증가한다. 또한 분당환기량은 수축하는 근육에 의해서 분당소비되는 O<sub>2</sub>의 량과 분당 생산되는 CO<sub>2</sub> 량의 증가와 비례한다. 분당환기량은 최대 혹은 최대하에 이르렀을때만 V<sub>O<sub>2</sub></sub>와 비례하지 않는다. 그것은 최대운동시에는 O<sub>2</sub>의 소비량보다는 CO<sub>2</sub> 제거의 필요성에 따라서 환기량이 더 조절이 된다는 것을 뜻한다. 최대하운동시 VO<sub>2</sub>보다는 V<sub>E</sub>가 더 증가한다는 것은 V<sub>E</sub>가 심장 및 호흡기의 능력을 억제하는 것 같지는 않는다는 것을 말한다(Fox 등, 1977).

### 3. 이산화탄소배출량의 변화

중량부하별 이산화탄소배출량의 변화성적은 Table 4에서 나타낸 바와 같다.

Table 4. Changes of carbon dioxide elimination( $V_{CO_2}$ , ml/min) during weight load.

Group	Load	M ± SD	diff	t-Value	F-Ratio
Male (n=5)	Rest(A)	193.3 ± 85.46	379.6	6.8**	27.5** A/B,C,D,E B/D,E C/D,E D/E
	Free Weight(B)	572.9 ± 199.98			
	5kg Weight(C)	745.9 ± 51.95	173.0	1.7	
	10kg Weight(D)	1020.7 ± 153.08	274.9	4.0*	
	15kg Weight(E)	1302.1 ± 299.28	281.4	3.9*	
Female (n=5)	Rest(A)	233.5 ± 46.22	381.5	14.1**	66.6** A/B,C,D B/C,D C/D
	Free Weight(B)	615.0 ± 90.69			
	5kg Weight(C)	891.7 ± 116.41	276.7	3.7*	
	10kg Weight(D)	1065.9 ± 125.27	174.1	3.2*	

\* P<0.05    \*\*P<0.01

남학생의 경우 안정시와 무부하시 이산화탄소배출량의 변화는 안정시가 193.3±85.46l/min, 무부하시는 572.9±199.98l/min로 무부하시가 유의한 증가(p<.01)를 나타내었고, 5kg부하시는 745.9±51.95l/min로 무부하시보다 약간 증가하였으나 유의한 차이는 없었다. 10kg부하시는 1020.7±153.08l/min로 5kg부하시보다 유의한 증가(p<.05)를 나타내었고, 15kg부하시는 1302.1±299.28l/min로 10kg부하시보다 유의한 증가(p<.05)를 나타내었다.

여학생의 경우 안정시와 무부하시 이산화탄소배출량의 변화는 안정시가 233.5±46.22l/min, 무부하시는 615.0±90.69l/min로 무부하시가 유의한 증가(p<.01)를 나타내었고, 5kg부하시도 891.7±116.41l/min로 무부하시보다 유의한 증가(p<.05)를 나타내었으며, 10kg부하시는 1065.9±125.27l/min로 5kg부하시보다 유의한 증가(p<.05)를 나타내었다.

이러한 중량부하를 점증적으로 높이므로 이산화탄소배출량이 높게 나타났음을 알 수 있다. 그러나 남학생의 경우 무부하와 5kg부하시에는 유의한 증가가 나타나지 않아, 5kg부하의 작업은 남학생들에게 있어서 이산화탄소배출량에 큰 영향을 주지 않는 것으로 생각된다.

#### 4. 산소섭취량의 변화

중량부하별 산소섭취량의 변화성적은 Table 5에서 나타낸 바와 같다.

Table 5. Changes of oxygen uptake( $Vo_2$ , ml/min) during weight load.

Group	Load	M ± SD	diff	t-Value	F-Ratio
Male (n=5)	Rest(A)	236.4 ± 104.87	589.5	6.0**	23.7** A/B,C,D,E B/D,E C/E
	Free Weight(B)	825.9 ± 318.17		1.5	
	5kg Weight(C)	1018.3 ± 45.87	220.4	2.8*	
	10kg Weight(D)	1238.7 ± 175.76	206.4	3.0*	
	15kg Weight(E)	1445.1 ± 284.86			
Female (n=5)	Rest(A)	270.6 ± 42.84	543.2	11.4**	56.5** A/B,C,D B/C,D
	Free Weight(B)	813.8 ± 140.88		4.5*	
	5kg Weight(C)	1042.6 ± 138.98	228.8		
	10kg Weight(D)	1194.1 ± 130.28	151.5	2.6	

\* P<0.05    \*\*P<0.01

남학생의 경우 안정시와 무부하시 산소섭취량의 변화는 안정시가 236.4 ± 104.87l/min, 무부하시는 825.9 ± 318.17l/min로 무부하시가 유의한 증가(p<.01)를 나타내었고, 5kg부하시는 1018.3 ± 45.87l/min로 무부하시보다 약간 증가하였으나 유의한 차이는 없었다. 10kg부하시는 1238.7 ± 175.76l/min로 5kg부하시보다 유의한 증가(p<.05)를 나타내었고, 15kg부하시는 1445.1 ± 284.86l/min로 10kg부하시보다 유의한 증가(p<.05)를 나타내었다.

여학생의 경우 안정시와 무부하시 산소섭취량의 변화는 안정시가 270.6 ± 42.84l/min, 무부하시는 813.8 ± 140.88l/min로 무부하시가 유의한 증가(p<.01)를 나타내었고, 5kg부하시는 1042.6 ± 138.98l/min로 무부하시보다 유의한 증가(p<.05)를 나타내었으며, 10kg부하시는 1194.1 ± 130.28l/min로 5kg부하시보다 약간 증가하였으나 유의한 차이는 없었다.

이러한 중량부하를 점증적으로 높이므로 산소섭취량이 높게 나타났음을 알 수 있다. 그러나 남학생의 경우 무부하와 5kg부하시에는 유의한 증가가 나타나지 않아, 5kg부하의 작업은 남학생들에게 있어서 산소섭취량에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 여학생의 경우는 5kg와 10kg의 무게부하간에 산소섭취량의 차이는 없는 것으로 나타났다.

## IV. 결 론

본 연구는 성인 남녀 각 5명씩을 대상으로 신체중량별 부하(무부하, 5kg, 10kg, 15kg)로 트레드밀을 이용하여 4km/hr로 3분간 실시하였을 때, 인체에 미치는 호흡순환기능의 변화를 조사해 본 결과에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 남자그룹의 심박수, 환기량, 이산화탄소배출량, 산소섭취량, 체중당산소섭취량, 호흡교환률에서 안정시와 무부하, 5kg부하와 10kg부하, 10kg부하와 15kg부하 사이에는 유의한 차이가 나타났고, 무부하와 5kg부하 사이에서는 유의한 차이가 없었다. 호흡수에 있어서는 10kg부하와 15kg부하 사이에서만 유의한 차이가 나타났다.

2. 여자그룹의 심박수, 환기량, 이산화탄소배출량에서 안정시와 무부하, 무부하와 5kg부하, 5kg부하와 10kg부하 사이에는 유의한 차이가 나타났고, 산소섭취량과 체중당산소섭취량에서는 안정시와 무부하, 무부하와 5kg부하 사이에서만 유의한 차이가 나타났다. 또한 호흡교환률과 호흡수에 있어서는 안정시와 무부하 사이에서만 유의한 차이가 나타났고, 무부하와 5kg부하, 5kg부하와 10kg부하 사이에는 유의한 차이가 없었다.

이와 같은 결과를 종합해 보면 남자에게는 걷기시에 5kg를 초과하는 단계별 무게부하가 호흡순환계에 영향을 미친다고 볼 수 있으나, 5kg까지의 부하는 호흡순환계에 영향을 미치지 않고 일을 수행할 수 있음을 알 수 있다. 그리고 여자에게는 걷기시에 단계별 무게부하(5kg, 10kg)가 운동시 심박수와 환기량, 이산화탄소배출량에 영향을 미치는 것으로 보아, 여자에게는 걷기시에 단계별 무게부하가 호흡순환계에 영향을 받고 있음을 알 수 있다.

## 참고문헌

- 고홍환(1987). 체육의 측정평가. 연세대학교 출판부. 서울. 37~41.
- 김종훈, 김재호(1990), 운동선수들의 호흡순환기능 비교 분석, 한국체육학회지, 29(1):302-310.
- Bhambhani, Y.N., Erikson, P.(1991). Transfer effects of endurance training with the arms legs, Med. Sci. Sports Exerc, 23(9):1035-1041
- Bell, G. et al.(1989). The effect velocity specific strength training on peak torque, and anaerobic rowing power. Journal of Sports Science 7:205-214.
- Clausen, J.P., Jensen, J.T.(1976). Heart rate and arterial blood pressure during exercise in patients with angina pectoris, Cirulation, 53(3):436-442
- Fox, E.L., Mathews, D.K.(1977). The physiological basic of physical education and athletics, W.B. Saunders Company, 166-167
- Fox, E.L., Kirby, T.E.(1987). Bases of fitness, (New york : Macmillan Publishing company), 46-92.