

Treadmill 보행시 산소맥의 변화

중앙대학교 의과대학 예방의학교실
이 창 훈 · 정 규 철

=Abstract=

Changes in Oxygen-Pulse During Treadmill Walking

Chang-Hoon Lee and Kyou-Chull Chung

*Dept. of Preventive Medicine and Community Health
College of Medicine, Chung-Ang University, Seoul 151, Korea*

In search for a method of evaluating the cardiopulmonary function. 74 male and 33 female volunteers ages 18~25 were subjected to this study

The subjects walked on a treadmill at speed of 2, 4, 6 and 8km/hr with 0, 5, 10, 15, 20 and 25% grade of inclination, respectively, for a measurement of heart rate and oxygen-pulse.

Heart rate was measured every 5 seconds at resting state and during walking by telemetric method using Heart Checker 108 System (Senoh Co., Japan).

Oxygen concentration was measured by Douglas bag method collecting expired air for 5 minutes at rest, and for 2 minutes at the end of each walking exercise. Oxygen concentration in an expired air was analyzed with Orsat gas analyzer and expressed in terms of STPD.

Oxygen-pulse was defined as an amount of oxygen consumed at every heart at a cellular level. The followings were the results obtained from this study.

1. Mean values of oxygen-pulse at resting state was 3.1 ± 0.11 ml/beat in male and 2.5 ± 0.87 ml/beat in female, respectively.
2. Mean values of oxygen-pulse during treadmill walking were increased in proportion with the load of exercise, namely, the speed and grade of inclination, from minimum of 7.1ml/beat upto maximum of 18.2ml/beat in male and from minimum of 4.2ml/beat upto maximum of 12.7ml/beat in female.
3. Both linear and logarithmic regressional relationships between oxygen-pulse and speed of walking and grade of inclination were observed in both sexes. Predicted values of oxygen-pulse by logarithmic regressional formula on speed and on grade of inclination were better coincided with the measured values than those predicted by the linear regressional formula.

I. 머리말

육체운동을 하는 동안에는 근육세포에서의 산소요구량이 증가한다는 것은 이미 잘 알려진 사실이며, 운동시의 산소섭취량 변동에 대한 연구는 우리나라에서도

이미 여러 학자들에 의하여 이루어졌다(Kwak and Nam. 1968; Kwon and Nam. 1968; Kyung and Chung. 1973; Lee and Chung. 1973; Hong and Chung. 1982; Yoon and Chung. 1983; Kim and Chung. 1984).

이와같은 산소요구량의 증가를 충족시키기 위하여 심박수(heart rate)와 일회심박출량(stroke volume: Vs)

이 증가하는 등 순환기능의 적응현상이 일어나 조직세포에 많은 양의 산소를 공급하게 된다. 심장이 박동할 때 마다 혈액으로부터 섭취하는 산소량을 산소맥(oxygen-pulse)이라고 하며, 1분 동안의 총산소섭취량을 심박수로 나눈 값(상:dividend)으로 표시한다. 산소맥은 운동량의 증가와 더불어 많아지지만 운동량이 어느 한도를 넘으면 산소맥은 도리어 줄어들며(Atha, 1974) 그 정도는 개인에 따라 차이가 있으므로 개인의 심장혈관기능을 평가하는 지표로서 이용될 수 있을 것으로 생각된다. 그러나, 아직까지 우리나라에서는 중량물 운반작업시의 산소맥의 변화에 대하여 보고된 것(Lee et al., 1972)외에는 산소맥에 관하여 연구된 바가 거의 없다. 그리하여 저자는 일정시를 비롯하여 운동시의 운동량에 따른 산소맥의 변동을 제시하고자 이 연구를 시도하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

만 18세에서 만 25세까지의 신체건강한 남자 대학생 74명과 여자 대학생 33명을 대상으로 하였다.

2. 연구방법

(가) 환경조건: 연구기간 중의 실내의 온열조건을 평균건구온도 19.5 ± 1.8 C, 평균습구온도 12.4 ± 1.5 C로써 평균습도는 50.8 ± 6.3 %였다

(나) 운동량의 부하: 피검자로 하여금 treadmill(Del Mar Engineering Laboratories, Avionics Biomedical Divisions, U.S.A.) 위에서 6분씩 걷게 하였다. treadmill의 회전속도는 2, 4, 6 및 8km/hr로 조정하였고, 각 보행속도에서의 treadmill의 경사도는 남자에서는 수평위치(0%)에서 25%에 이르기 까지 5%씩의 차이를 두었으나, 6km/hr 속도에서는 20%까지, 그리고 8km/hr 속도에는 15%까지 보행이 가능하였다. 여자에서도 마찬가지로 10%까지는 5%씩 경사도를 증가하였으나, 그 후는 12.5%로 조정하였고, 8km/hr 속도에서는 수평위치와 5% 경사도에서만 보행이 가능하였다.

Treadmill 위에서 보행하는 동안에는 treadmill의 손잡이를 잡지 못하게 하였다.

(다) 심박수의 측정: Treadmill 위에서 걷는 동안의 심박수의 변화는 자동 원격심박계(108 system, Senoh Co., Japan)를 사용하여 매 5초 마다 측정하였다.

(라) 산소섭취량의 측정:

i) 호기량의 측정: 호기량은 Douglas bag 방법으로 측정하였다. 안정시의 호기량은 피검자로 하여금 채기용 Douglas mask를 쓰고 20분 동안 채기하였으며, 운

동시의 호기량은 운동이 끝나기 전 2분 동안에 채기하였다.

ii) 산소섭취량 및 탄산가스 배출량의 분석: Douglas bag에 채기한 호기는 습식가스유량계(wet test gas meter; Precision Scientific, U.S.A.)를 통하여 계량하고, 표준상태(standard temperature, pressure, and dry: STPD)로 환산하였다. 가스유량계를 통해서 나오는 호기의 일부를 Orsat 가스분석기(Fischer, U.S.A.)로 분석하였다. 산소흡수액으로는 40% KOH 8.86g, $K_2Cr_2O_7$ 40mg, H_2O 100ml의 혼합액을 만들어 사용하였다(Cotes, 1968).

III. 연구 결과

1. 안정시의 산소맥과 최대산소맥

안정시의 산소맥의 평균치와 표준편차는 남자에서 3.1 ± 0.11 ml/beat였고, 여자에서 2.5 ± 0.07 ml/beat로써 여자의 안정시 산소맥의 평균치는 남자에서의 평균치의 약 80%에 해당하였다. 최대유산소운동시에 측정된 최대산소의 평균치와 표준오차는 남자에서 18.0 ± 0.43 ml/beat였고, 여자에서 11.4 ± 0.37 ml/beat로써 여자에서의 최대산소맥은 남자의 최대산소맥의 약 63%에 해당하였다(table 1).

2. 보행속도 및 경사도별 산소맥의 변동

수평위치에서 보행할 때 보행속도가 빨라지면 산소맥도 증가하여 남자에서는 2km/hr 때 7.1 ± 0.26 ml/beat 이던 것이 4km/hr 때 9.0 ± 0.32 ml/beat, 6km/hr 때 11.3 ± 0.38 ml/beat, 그리고 8km/hr 때 16.3 ± 0.59 ml/beat로 증가하였다. 여자에서는 2km/hr 때 4.7 ± 0.24 ml/beat, 4km/hr 때 5.9 ± 0.28 ml/beat, 6km/hr 때 8.3 ± 0.41 ml/beat, 그리고 8km/hr 때 10.1 ± 0.67 ml/beat로 증가하였다. 각종 경사도에서의 보행속도별 산소맥의 평균치와 표준오차는 table 1에서 보는 바와 같으며, 남자에서는 15% 경사도까지는 8km/hr 속도의 보행이 가능하였으나, 20% 경사도에서는 6km/hr까지, 그리고 25% 경사도에서는 4km/hr 속도까지의 보행이 가능하였고, 그때의 산소맥의 평균치는 각각 17.8 ± 0.38 ml/beat, 18.2 ± 1.05 ml/beat, 그리고 16.7 ± 0.71 ml/beat로써 모두 남자의 최대산소맥에 이르고 있었다. 여자에서는 5% 경사도에서는 8km/hr 속도의 보행이 가능하였으나, 10% 및 12.5% 경사도에서는 8km/hr 속도로 보행할 때와 12.5% 경사도에서 6km/hr 속도로 보행할 때의 산소맥의 평균치는 각각 12.7 ± 0.45 ml/beat와 10.9 ± 0.33 ml/beat로써 여자에서의 최대산소맥과 비슷하였다.

Table 1: Mean Values and Standard Errors of Oxygen-Pulse (ml/beat) at rest, During Walking on a Motor Driven Treadmill at a Speed of 2, 4, 6 and 8km/hr and Different Grade (%) of Inclination from level (%) to 25%, and During Maximal Aerobic work

Sex	Male					Female						
	Speed (km/hr) at Rest	2	4	6	8 Maximal	at Rest	2	4	6	8 Maximal		
Grade (%)												
0 (Level)	N=74 3.1+ 0.11	N=17 7.1+ 0.26	N=16 9.0+ 0.32	N=17 11.3+ 0.38	N=17 16.3+ 0.59	N=28 18.0+ 0.43	N=33 2.5+ 0.07	N=7 4.7+ 0.24	N=12 5.9+ 0.28	N=10 8.3+ 0.41	N=5 10.1+ 0.67	N=25 11.4+ 0.37
5		N=17 8.3+ 0.55	N=16 10.5+ 0.59	N=15 12.3+ 0.67	N=15 16.7+ 0.44			N=7 5.5+ 0.48	N=10 7.7+ 0.52	N=11 9.5+ 0.59	N=14 12.7+ 0.45	
10		N=16 8.7+ 0.70	N=14 11.6+ 0.60	N=15 14.4+ 0.54	N=14 17.7+ 0.50			N=12 5.9+ 0.22	N=14 7.8+ 0.22	N=20 10.0+ 0.38		
12.5								N=6 7.40+ 0.41	N=6 8.4+ 0.41	N=14 10.9+ 0.33		
15		N=17 9.9+ 0.60	N=12 14.1+ 0.85	N=11 15.9+ 0.94	N=12 17.8+ 0.38							
20		N=17 11.7+ 0.50	N=12 15.2+ 0.88	N=14 18.2+ 1.05								
25		N=16 12.0+ 0.46	N=10 16.7+ 0.71									

3. 보행속도에 관한 산소맥의 회귀
보행속도에 관한 산소맥의 회귀방정식, 상관계수, 그리고 주어진 보행속도에 의한 산소맥 추정치의 표준 오차를 treadmill의 경사도별로 산출하여 table 2에 표

시하였다. 안정시를 포함한 보행속도에 관한 산소맥의 회귀계수는 남녀에서 모두 어느 경사도에서 보행하든 매우 유의하였고 ($p < 0.01$), 회귀계수는 경사도가 증가할수록 커졌다. 상관계수는 어느 경사도에서 보행하든

Table 2. Relationship Between Oxygen-Pulse (Y: ml/beat) and Speed (X: km/hr) of Walking on a Motor-Driven Treadmill in Each Grade of inclination

Grade(%)	Male					Female				
	N	Regression	R	$\frac{S_{y/x}}{S_{y/\log x}}$	F	N	Regression	R	$\frac{S_{y/x}}{S_{y/\log x}}$	F
0	83	$Y=4.34+1.20X$ $Y=7.46+5.74 \log X$	0.8942 0.8270	+2.50 +2.75	282.5 168.3	67	$Y=2.45+0.95X$ $Y=5.26+2.91 \log X$	0.9520 0.8912	+0.74 +1.26	843.1 246.0
5	81	$Y=3.78+1.58X$ $Y=8.07+6.04 \log X$	0.8976 0.8525	+2.22 +2.66	319.3 195.0	59	$Y=2.56+1.23X$ $Y=6.11+3.80 \log X$	0.9418 0.8973	+1.19 +1.50	504.5 245.9
10	79	$Y=3.88+1.78X$ $Y=8.94+6.67 \log X$	0.9165 0.8661	+2.20 +2.75	406.7 232.6	79	$Y=2.67+1.25X$ $Y=6.09+3.75 \log X$	0.9417 0.9238	+1.08 +1.28	650.3 438.2
12.5						49	$Y=2.68+1.42X$ $Y=6.37+3.92 \log X$	0.9550 0.9676	+0.86 +0.68	520.1 865.8
15	63	$Y=4.15+2.19X$ $Y=7.57+7.35 \log X$	0.8860 0.8890	+2.72 +2.73	228.2 224.7					
20	49	$Y=4.16+2.78X$ $Y=10.24+7.74 \log X$	0.8896 0.9220	+2.76 +2.31	177.4 271.8					
25	42	$Y=3.86+3.45X$ $Y=10.54+7.89 \log X$	0.9145 0.9502	+1.99 +1.95	328.3 341.7					

Table 3. Relationship Between Oxygen-Pulse (Y :ml/beat) and Grade (X : %) of Inclination During Walking on a Motor-Driven Treadmill at a Speed of 2, 4, 6 and 8km/hr

Speed (km/hr)	Male					Female				
	N	Regression	R	$S_{y/x}$ $S_{y/\log x}$	F	N	Regression	R	$S_{y/x}$ $S_{y/\log x}$	F
2	167	$Y=6.97+0.21X$	0.6032**	+2.05	100.8**	32	$Y=4.65+0.16X$	0.6185**	+1.42	7.75**
		$Y=8.12+1.84 \log X$	0.4836**	+2.28	49.4**		$Y=5.36+0.78 \log X$	0.5453**	+0.91	15.0**
4	137	$Y=8.70+0.34X$	0.7340**	+2.38	155.7**	42	$Y=6.16+0.18X$	0.6051**	+1.10	22.2**
		$Y=10.58+2.79 \log X$	0.5736**	+2.89	62.4**		$Y=6.89+0.98 \log X$	0.6298**	+1.07	26.2**
6	110	$Y=10.95+0.33X$	0.6327**	+2.36	69.8**	45	$Y=8.59+0.15X$	0.3759**	+1.68	6.84*
		$Y=12.55+1.99 \log X$	0.4957**	+2.62	34.9**		$Y=9.13+0.90 \log X$	0.4040**	+1.65	8.44**
8	65	$Y=16.19+0.14X$	0.2719*	+2.14	4.9*	9	$Y=10.11+0.52X$	0.7542*	+1.27	9.27*
		$Y=16.79+0.16 \log X$	0.2317	+2.15	3.6		$Y=11.63+1.53 \log X$	0.7542*	+1.27	9.25*

** : $P < 0.01$, * : $P < 0.05$

매우 유의하였고, 주어진 보행속도에 관한 산소맥 추정치의 표준오차는 treadmill의 경사도가 증가할수록 작아졌다. 남자에서는 경사도가 수평위치 (0%)로부터 10%까지는 직선방정식으로 표시하는 것이 대수방정식으로 표시하는 것보다 작았으나, 15% 경사도에서 보행할 때에는 직선방정식과 대수방정식 중 어느 것으로 표시하거나 산소맥 추정치의 표준오차는 같았으며, 그 이상의 경사도를 보행할 때에는 직선방정식보다 대수방정식으로 표시하는 것이 산소맥 추정치의 표준오차가 작았다.

4. 경사도에 관한 산소맥의 회귀

Treadmill의 경사도에 관한 산소맥의 회귀방정식을 각종 보행속도별로 산출하여 table 3에 표시하였다. 남자에서는 경사도에 관한 산소맥의 회귀관계는 2km/hr 속도에서 6km/hr 속도까지에 있어서는 매우 유의하였으나 ($p < 0.01$), 직선회귀방정식으로 표시하는 것이 대수회귀방정식으로 표시하는 것보다 양자간의 상관도가 컸고, 따라서 주어진 경사도에 관한 산소맥 추정치의 표준오차는 작았다. 8km/hr의 보행속도에서는 95% 유의수준에서 직선회귀관계가 인정되었으나, 대수방정식으로 표시할 때는 회귀관계가 인정되지 않았다 ($p > 0.05$). 여자에서도 남자에서와 마찬가지로 8km/hr의 보행속도를 제외하고는 각종 보행속도에서 매우 유의한 회귀관계를 나타냈으나 ($p < 0.01$), 남자에서와는 달리 대수방정식으로 표시하는 것이 직선방정식으로 표시하는 것보다 양자간의 상관도가 약간 높았고, 주어진 경사도에 관한 산소맥의 표준오차는 작았다. 그러나, 8km/hr의 보행속도로 각종 경사도를 보행할 때에 소비된 단위체중당 산소섭취량을 안정시의 단위체중당 산소섭취량으로 나눈 값, 즉 대사당량 (metabolic equivalent: met)으로 나타냈다 (Hong and Chung,

1982; Kim and Chung, 1983).

남자에서 운동량에 관한 산소맥의 회귀방정식은 $Y=4.48+1.04X$ ($r=0.8945$, $S_{y/x}=\pm 2.24$ ml/beat)였고, 대수회귀방정식은 $Y=2.77+12.37 \log X$ ($r=0.9157$, $S_{y/\log x}=\pm 2.05$ ml/beat)로서 (fig. 1) 모두가 매우 유의하였으나 ($p < 0.01$) 대수회귀방정식으로 표시할

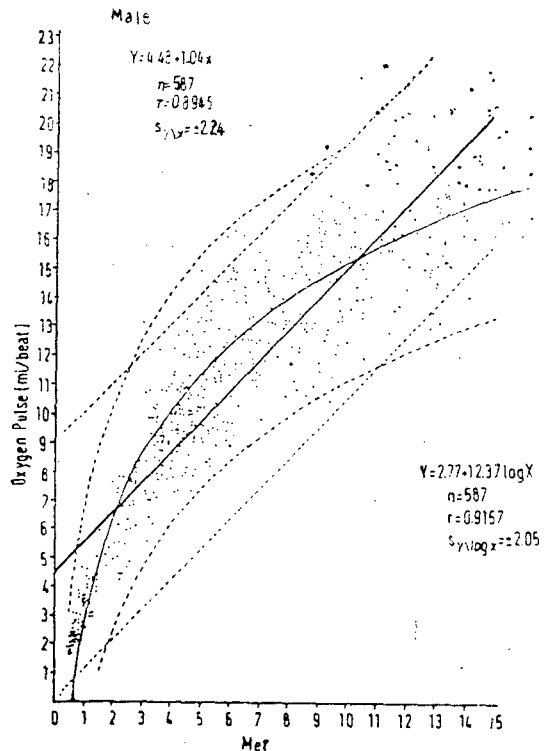


Fig. 1. Regression of oxygen-pulse on workload in terms of metabolic equivalents (Mets), and 95% confidence intervals of the predicted values for given mets.

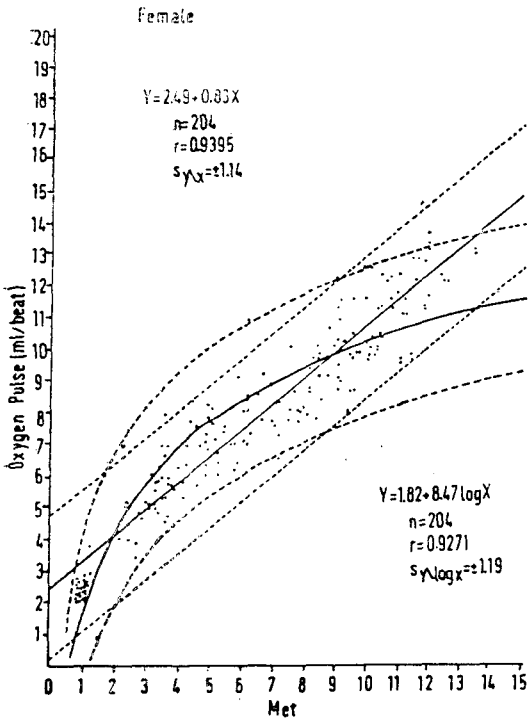


Fig. 2. Regression of oxygen-pulse on workload in terms of metabolic equivalents (Mets), and 95% confidence intervals of the predicted values for given mets.

때에 산소맥 추정치의 표준오차가 직선회귀방정식으로 표시할 때보다 작았다. 여자에서는 직선회귀방정식 $Y=2.49+0.83X$ ($r=0.9395$, $S_{y/x}=\pm 1.14$ ml/beat)와 대수회귀방정식 $Y=1.82+8.47 \log X$ ($r=0.9271$, $S_{y/x}=\pm 1.19$ ml/beat)로 표시되었으나 (fig. 2), 모두가 매우 유의한 회귀 및 상관관계가 있었으며 ($p<0.01$), 산소맥 추정치의 표준오차도 서로 비슷하였고, 남자에 비하여 산소맥의 변이성이 작았다.

IV. 고 찰

근육운동을 할 때에 증가되는 산소요구량을 충족시키기 위하여 나타나는 순환기계 기능의 적응현상으로서 가장 뚜렷한 것은 분시심박출량(cardiac output: \dot{Q})의 증가이다. 분시심박출량의 증가는 심박수와 일회심박출량이 증가함으로써 이루어진다.

$$\dot{Q}(l/min) = HR(\text{beat}/min) \times \dot{V}s (l/\text{beat}) \quad (1)$$

또한 분시심박출량은 Fick의 원리에 따라서 산소섭취량 ($\dot{V}O_2$)을 동정맥혈의 산소량의 차이 (O_2a-v)로 나눈 값과 같다.

$$\dot{Q} = \dot{V}O_2(l/min) / O_2a-v(\text{vol}\%) \dots\dots\dots (2)$$

(1)식과 (2)식을 정리하면

$$\dot{V}O_2 = HR \times O_2a-v \dots\dots\dots (3)$$

의 관계가 성립한다. 따라서 산소맥은

$$\dot{V}O_2 / HR = \dot{V}s \times O_2a-v \dots\dots\dots (4)$$

(4)식으로 표시된다. 여기서 산소섭취량과 심박수는 쉽게 측정할 수 있으므로 심장혈관기능의 효율을 나타내는 지표로서 흔히 산소맥이 이용되고 있다. 그런데 산소맥의 변화가 일회심박출량과 동정맥혈의 산소량의 차이중 어느 것이 주로 변화하는 것인지 앞으로 연구하여야 하겠으나, 최대유산소운동시의 이들 두 인자의 변동(Blaké, 1974; Brouha, 1967)을 볼 때 동정맥혈의 산소량의 차이의 변동이 일회심박출량의 변동의 약 2배 가량 됨으로 산소맥은 심장혈관기능의 효율을 나타내는데 보다는 활동하는 근육조직에서의 호흡능력을 나타내는 지표라고 생각된다.

이번 연구에서 관찰한 우리나라 남녀 대학생에서의 운동량에 따른 산소맥의 변동을 고찰하여 보건대, 안정시의 산소맥은 남녀간에 차이가 있어서 여자의 산소맥은 남자의 산소맥의 80% 정도였다. 이와같은 산소맥의 성별 차이는 산소맥이 체중과 밀접한 상관이 있기 때문에 (Astrand and Rodahl, 1970) 생긴 생리적인 것으로 생각된다. 또한 최대유산소운동시의 산소맥의 평균치 ±표준오차는 남자에서 18.0 ± 0.43 ml/beat였고, 여자에서 11.4 ± 0.34 ml/beat로써 Ikai(1974)가 제시한 최대산소맥 11-17 ml/beat와 비슷하였다. 최대산소맥의 성별차이는 더욱 현저하여 여자에서의 최대산소맥은 남자의 63% 정도였다. 그 원인이 운동시의 일회심박출량과 동정맥혈의 산소량의 차이가 모두 남자에 비하여 80% 정도이기 때문인지, 그 중 어느 것의 변동이 더 심한지는 앞으로 더 추구해 보아야 할 문제라고 생각한다.

보행속도(x/km/hr)에 관한 산소맥의 회귀 및 상관을 보면 남녀에서 직선회귀 또는 대수회귀 중 어느 것이나 매우 유의하였다. 그러나 운동량이 커진 경우, 즉 남자에서는 20% 경사도 이상, 여자에서는 12.5% 경사도에서 보행할 때는 대수회귀가 직선회귀 보다 유의하게 나타났는데 이것은 독립변수에 안정시의 산소맥을 포함시켰으므로 안정시의 산소맥에 비하여 2km/hr 속도로 보행할 때의 운동량의 증가가 보행속도가 빨라짐에 따른 운동량의 증가보다도 크기 때문이다.

Treadmill의 경사도 (x)를 독립변수로 하고, 산소맥을 종속변수로 하였을 때는 남자에서는 2km/hr에서 5km/hr까지는 양자간에 매우 유의한 직선회귀 및 대수회귀 관계가 있었으나, 대수회귀방정식 보다는 직선

회귀방정식으로 추정할 때의 산소맥 추정치의 표준오차가 적었고, 또한 보행속도가 빨라질수록 커졌으며, 8km/hr 속도에서는 양자간의 회귀관계의 유의성이 떨어졌고, 특히 대수회귀방정식은 유의성이 없어졌다. 이것은 운동량이 커질수록 산소맥의 개인차가 크게 나타나기 때문이라고 생각되며, 특히 남자에서는 평소애 운동을 즐겨하는 사람과 그렇지 않은 사람이 섞여 있으므로 산소맥의 개인차가 현저하였기 때문일 것이다. 여자에 있어서도 남자에서와 마찬가지로 6km/hr 보행 속도까지는 양자간에 매우 유의한 상관 및 회귀 관계가 있었으며 ($p < 0.01$), 8km/hr 보행 속도에서도 유의한 관계가 인정되었다 ($p < 0.05$). 이러한 결과는 남자와는 달리 여자에서는 산소맥의 개인차가 적은 것이 그 원인이라고 생각되나, 예수가 적었기 때문에 앞으로 더 연구해 볼 필요가 있다고 생각된다.

보행속도 또는 경사도를 독립변수로 하는 경우에도 운동량을 정확하게 파악하기 어려우므로 두개의 척도를 통합하기 위하여 보행속도와 경사도에 따른 산소섭취량의 안정시 산소섭취량에 대한 비(ratio), 즉 met 값으로 독립변수를 취하는 것이 운동량과 산소맥의 관계를 보다 정확하게 검토할 수 있을 것이다. 이번 연구에서 보면 양자 간에는 직선회귀 및 대수회귀의 관계가 모두 매우 유의하게 나타났으나, 산소맥은 운동을 시작함으로써 안정시 보다 급격하게 증가하고 중증도의 운동량에서 최고치에 이르고, 최대유산소운동을 할 때까지 유지되며, 그 이상의 운동량이 부하될 때에는 산소맥이 도리어 감소된다고 함으로 (Ikai, 1974) 대수회귀방정식을 적용하는 것이 바람직스럽게 생각된다.

이번 연구성적에서 보면 남자의 경우 운동량(met)에 관한 산소맥 추정치의 표준오차는 $S_{y/x} = \pm 2.24 \text{ ml/beat}$ 였고, 대수회귀에서는 $S_{y/\log x} = \pm 2.05 \text{ ml/beat}$ 로써 후자의 경우에 적었을 뿐 아니라 실측치와 잘 일치하였다 (fig. 1). 여자의 경우에는 직선회귀 또는 대수회귀에서의 운동량과 산소맥의 상관계수, 산소맥 추정치의 표준오차가 서로 비슷하였다. 그 이유로서는 첫째로, 남자 대학생에서는 산소맥추정치의 표준오차가 여자 대학생에 비하여 약 2배로 컸다는 점으로 미루어 남자 대상자 중에는 평소애 운동을 통하여 심장혈관기능 또는 조직호흡기능의 향상된 사람이 섞여 있지 않았고, 둘째로, 여자의 피검자수가 남자에 비하여 적었으며, 셋째로, 운동량의 부하가 부족하였을 가능성 등을 들 수 있으며, 앞으로 계속 연구할 계획이다.

운동량에 관한 산소맥 추정치의 95% 신뢰한계는 개인의 심장혈관 기능 및 조직에서의 호흡기능을 평가하

는 하나의 기준이 될 수 있을 것으로 생각된다. 그러나, 그 기준치를 제시하기 위하여는 대상 집단의 선정이 중요시되며, 성별, 연령, 체격, 신체단련의 정도 등 개인의 생리적 조건과 계절, 고도 등 환경적 요인에 의한 영향이 고려되어야 할 것으로 생각한다.

V. 맺음말

우리나라의 남자 대학생 74명과 여자 대학생 33명을 대상으로 하여 안정시의 산소맥과 treadmill 보행시의 보행속도와 경사도에 따른 산소맥의 변동을 측정하였다. 안정시의 산소맥의 평균치 ± 표준편차는 남자에서 $3.1 \pm 0.11 \text{ ml/beat}$ 였고, 여자에서는 남자평균치의 약 80%에 해당하는 $2.5 \pm 0.07 \text{ ml/beat}$ 였다. 최대산소맥의 평균치 ± 표준편차는 남자에서 $18.9 \pm 0.43 \text{ ml/beat}$ 였고, 여자에서는 남자의 약 63%에 해당하는 $11.4 \pm 0.37 \text{ ml/beat}$ 였다. 보행속도 및 경사도에 관한 산소맥의 회귀방정식, 상관계수, 산소맥 추정치의 표준오차를 제시하였다.

운동량(met)에 관한 산소맥의 추정치는 대수회귀방정식으로 표시하는 것이 직선회귀방정식으로 표시하는 것 보다 유의성이 컸고, 산소맥 추정치의 표준오차는 남자에서 $S_{y/\log x} = \pm 2.05 \text{ ml/beat}$, 여자에서 $S_{y/\log x} = \pm 1.19 \text{ ml/beat}$ 였다.

산소맥은 개인의 심장혈관 기능 및 조직세포의 호흡기능을 평가하는 지표로서 이용될 수 있을 것이며, 그 기준치를 얻기 위하여는 성별, 연령, 체격, 신체단련의 정도, 계절, 기후 등 산소맥에 영향을 줄 수 있는 생리적 및 환경적 요인에 대한 검토가 필요하다.

참고문헌

- Astian, P.-O., and Rodahl, K. (1970). *Textbook of Work Physiology*. pp. 331-334, New York. McGraw-Hill.
- Atha, J. (1974). *Physical fitness measurement. In Fitness, Health, and Work Capacity*, ed. Larson, L.A., pp. 449-533. New York, Macmillan Publ. Co.
- Blake, B. (1974). *The measurement of physiological factors. In Fitness, Health, and Work Capacity*, ed. Larson, L.A., pp. 295-307. New York, Macmillan Publ. Co.
- Brouha, L. (1967). *Physiology in Industry*. 2nd ed., pp. 1-14, Oxford, London and New York, Pergamon Press.

- Cotes, J.E. (1968). *Lung Function: Assessment and Application in Medicine*, 2nd ed., pp. 34-35. Oxford and Edinburgh, Blackwell Scien. Publ.
- Hong, Y.P. (1982). *Heart rate and energy metabolism according to walking speed on a level treadmill. Chung-Ang J. Med.* 7. 291-299.
- Ikai, M. (1974). *The physiological factors. In Fitness, Health, and Work Capacity. ed. Larson, L.A., pp. 287-307, New York. Macmillan Publ. Co.*
- Kwak, P.D. and Nam, K.Y. (1968). *Maximal oxygen consumption in the secondary school boys. Kor. J. Physiol. Soc.* 2, 1-10.
- Kim, Y.S. (1993). *Evaluation of aerobic work capacity in terms of oxygen uptake and energy cost by measuring heart rates. Chung-Ang J. Med.* 8, 357-372.
- Kwon, S.R. and Nam, K.Y. (1968). *Oxygen uptake in middle-aged men and women. Kor. J. Physiol. Soc.* 2, 45-52.
- Kyung, N.H. and Chung, K.C. (1973). *Aerobic work capacity of young Korean adults. J. Cathol. Med. College* 25, 95-104.
- Lee, B.K. Bae, T.S., Jin, H.K. and Chung, K.C. (1972). *Oxygen pulse in load carrying, Kor, J. Prev. Med.* 5, 1-6.
- Lee, D.M. and Chung, K.C. (1973). *Optimum workload of carrying as gauged by the changes in heart rate, J. Cathol. Med. College* 24, 361-370.
- Yoon, C.S. and Chng, K.C. (1983). *Assessment of maximal aerobic work capacity of male college students. Chung-Ang J. Med.* 8, 167-178.