

# 중년 남녀의 최대 산소 섭취량\*

서울대학교 의과대학 생리학교실 및 국민체력과학연구소

權承洛·南基鏞

==Abstract==

## Maximal Oxygen Uptake in middle-aged Men and Women

Kwon, Seung Rak and Nam, Kee Yong

*Department of Physiology and Physical Culture Research Institute,  
Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea*

Maximal oxygen uptake was measured in twenty-eight middle-aged men aged 45.0 (range: 40.3—50.7) years and fourteen middle-aged women aged 40.5 (range: 34.3—47.5) years by means of a treadmill test. The physique of subjects were: mean skinfold thickness at 4 sites, namely, back, arm, waist and abdomen was 7.59 mm in men and 14.5 mm in women; total body fat estimated from the mean skinfold thickness, 11.9% fat in men and 25.5% fat in women. The detailed observations are as follows:

1. Maximal oxygen uptake expressed on any reference unit in men was greater than that of women. The values of men to women were: 2.61 to 1.92 l/min., 45.1 to 37.0 ml/min./kg, 51.8 to 46.5 ml/min./kg lean body mass (LBM), 15.7 to 12.6 ml/min./cm body height.
2. Maximal pulmonary ventilation in men was 80.2 l/min. and 63.5 l/min. in women.
3. There was a correlation of fairly high degree between maximal oxygen uptake and body weight, namely,  $r=0.56$  in men and  $r=0.79$  in women. The correlation between maximal oxygen uptake and lean body mass also was fairly high, namely,  $r=0.58$  in men and  $r=0.69$  in women.
4. The correlation between maximal pulmonary ventilation and body weight or lean body mass was  $r=0.51$  and  $r=0.25$  in middle-aged men and  $r=0.41$  and  $r=0.19$  in middle-aged women, respectively.
5. Maximal heart rate in men was 176.4 beat/min. and it was 183.9 beat/min. in women.
6. Maximal oxygen pulse in men was 14.6 ml/beat and 9.5 ml/beat in women.
7. Aerobic work capacity of korean middle-aged men and women maintained the same level as that of young men and women, respectively, as shown by maximal oxygen uptake expressed ml/min./kg or ml/min./kg lean body mass.

신체 운동을 할 때의 에너지 소모량은 의기 온도, 습도, 바람의 유무, 실내이나 실외이나 같은 환경의 조건, 운동장의 고른가 아닌가, 기타의 성질, 운동의 경중 여하, 사람의 의욕 기타 여러가지 조건의 영향을 받는다. 조건을 일정하게 할 수 있는 것으로 트레널(treadmill)

검사는 가장 우수하나, 이 방법에 의하여도 에너지 소모량의 개인차는 크다. 신체 운동의 에너지 소모량을 산소 섭취량으로 표시하는 일이 일반적으로 통용 되는데, 트레널 검사 성적을 산소 섭취량으로 표시하는 경우의 개인차는 연령, 성별 이외에도 체중 및 무지방 체중이 가장 중요한 원인이 된다(任, 南 1965). 어떤 개인이 최고의 작업량을 수행할 때에 얻어지는 최대 산소 섭취량은 신체내에서 에너지 소모가 최대로 일어남을

\* 국민체력과학 연구소 논문 제33호

\* This study was supported partly by the China Medical Board of New York, Inc., Grant No. 66-909-2.

가리키며 사람의 폐—순환 기능의 최고 한계를 나타내는 것이다 (Taylor et al., 1955; Astrand, 1956). 이것은 또한 개인의 신체운동 능력의 한계를 나타내어 개인 사이의 능력 비교의 기준이 되기도 한다.

최대의 신체 작업이 아닌 최대하(submaximal) 작업으로 걷기 등에서는 산소 섭취량의 크기를 결정하는 것은 체중 뿐이고 연령차, 성별차, 인종차, 음식물 섭취 여부 등은 영향이 없다고 하며 (Mahadeva et al., 1961), 한편 같은 작업량에 있어서도 여자의 산소 섭취량은 체중 기준으로 표시하여도 남자의 그것보다 작다고 한다 (McDonald, 1961). 그러나 최대 산소 섭취량은 연령의 영향을 크게 받으며 같은 연령에서도 성별차가 있다 (Astrand, 1956). 연령이 증가하여 체중이 증가하는데 따라 최대 산소 섭취량 절대치는 증가하여 청년기에 이르나 체중 기준으로 이것을 표시하면 청년기에는 소년기보다 감소하며 (남기용, 미발표), 같은 연령에서도 여자 값이 남자 값보다 적다.

최대 산소 섭취량에 대하여 체중보다도 무지방 체중이 더 밀접한 관련을 가졌으나 (任, 南, 1965), 무지방 체중 기준으로도 최대 산소 섭취량의 연령차, 성별차는 그냥 남아 있다.

인구의 많은 수효의 대상자를 대상으로 최대 산소 섭취량을 통하여 관찰한 작업 능력 한계의 측정은 우리나라에는 아직 없으나 국한된 범위에서는 여러 보고가 있다. 여자고등학생 (李德淑, 1968), 남자 중고등 학생 (郭板達, 南基鏞, 1968), 남자 청년 (任, 南, 1965) 등 보고는 운동 경기 훈련이 안된 일반 대상자를 측정한 것이며, 남녀운동 선수 (李起鏞 등, 1966) 및 여자운동 선수 (金

東俊 등, 1966)에 관한 보고가 있다.

이 논문은 트레일 검사법으로 한국인 남자와 여자로서 특별한 운동경기 훈련의 경력이 없는 40대 및 50대 사람들의 최대 산소 섭취량을 보고하는 것이며, 무지방 체중 등 신체 구성 성분과의 관련성도 검토한 것이다.

**실험 방법**

중년 남자 28명과 여자 14명이 대상자이었다. 이들의 경제적 사정은 유복하지 않은 중하에 속속되며 남자는 직업이 있는 사람들이었고 여자는 가정 주부이었다. 남자의 연령은 평균 45.0세 (범위 40.3—50.7세), 여자는 평균 40.5세 (범위 34.3—47.5세)이었다. 이들의 신체특징을 제 1 표에 보인다. 우리나라 계속 성적으로는 金仁達 (1956)의 보고가 연령을 30세까지 잡은 것이 있고 그 이상 연령의 대상자 신체 측정치는 없는 현상인데, 金仁達의 30세 연령 성인과 비교하면, 신장에 있어서는 이 실험 대상자 남자의 165.6 cm에 대하여 金은 165.9 cm, 이 실험 여자 152.9 cm에 대하여 金은 154.4 cm이며, 체중에 있어서는 이 실험 남자 58.1 kg에 대하여 金은 58.6 kg, 이 실험 여자의 51.7 kg에 대하여 金은 53.1 kg을 보고하고 있어서 이 실험대상자의 체격은 보통 일반 국민과 같은 것이라 하겠다.

피부 두겹집기 (skinfold)를 朴景華 (1963)에 따라서 등, 팔, 허리 및 배의 4군데에서 Lange의 집게로 측정한 피부두겹의 평균 두께는 남자에서 7.59 mm (S.D. 3.51), 여자에서 4.5 mm (S.D. 2.42)이었으며 여자에서 훨씬 컸다.

**Table 1. Anthropometric data of middle aged men and women**

	Age yr	Body length cm	Body weight kg	Mean skinfold thickness mm	Density	Fat		LBM		
						kg	%	kg	%	
<b>Men, N=28</b>										
Mean	45.0	165.6	58.1	7.59	1.0735	7.2	11.9	49.5	85.1	
S.D.	2.73	0.507	6.72	3.51	0.0133	3.43	4.84	6.24	6.24	
Range	40.3— 50.7	158— 178	46.4— 74.1	3.5— 17.3	1.0511— 1.0949	2.3— 12.8	4.2— 20.2	39.3— 61.5	79.8— 95.8	
<b>Women, N=14</b>										
Mean	40.5	152.9	51.7	14.5	1.0319	13.3	25.5	38.4	74.5	
S.D.	4.13	14.9	4.55	2.42	0.0071	2.17	2.64	2.95	2.64	
Range	34.3— 47.5	148— 160	42.8— 61.4	9.9— 18.9	1.0210— 1.0430	9.5— 16.5	21.3— 30.0	32.8— 45.3	70.0— 78.7	

밀도법에 의하여 총지방량을 측정하였는데 남자 14명, 여자 14명에서 신체 밀도를 알고 Keys (1953)의 공식에 따라서

Fat(%)=(density/4.201)-3.813으로 총지방량을 계산하였다. 무지방 체중(lean body mass, LBM)은 체중으로부터 무게를 뺀 것이다. 남자의 총지방량이 7.9% 체중으로 여자의 25.5% 체중에 비하여 훨씬 적은 크기이다. 남자 20세대의 총지방량이 15.8%(박경화, 1963)에 비하여도 매우 작은 값인데 이들 중년 남자대상자의 경제조건이 좋지 못한 일의 반영인지도 모르겠다. 무지방 체중은 남자가 82.1%, 여자가 74.5% 체중이었다.

최대 산소 섭취량 측정에는 트레일 검사를 사용하였던바 任, 南(1965)의 방법과 같았다. 즉 남자에서는 트

레일 속도를 7.5 km/hr로 고정하고 경사각도를 점차로 높여서 최대 작업에 이르게 하였으며 앞선 검사와의 시간 간격은 30분 이상이었으며 하루에 2번 이상은 같은 대상자에서 반복하지 않았다. 분석용 호흡 공기의 채집은 달리기의 1분 30초에서 2분 30초에 이르는 1분동안에 하였다. 여자의 경우에는 속도를 6.8 km/hr로 하고 다른 일은 남자의 경우와 같이 하였다.

호흡 공기 채집에는 더글래스 주머니를 사용하였으며 채집 공기의 용량은 wet test gas meter로 측정하였다. 산소와 탄산가스 정량은 micro-Scholander 장치(Scholander, 1947)로 하였으며, 산소 섭취량 계산은 Consolazio 등(1963)의 계산 도표를 사용하여 결정하였다.

Table 2. Maximal oxygen uptake, pulmonary ventilation, heart rate, ventilation equivalent and oxygen pulse of middle-aged men and women. Number of cases of maximal oxygen uptake expressed as ml/kg LBM in men is 14

	$\dot{V}_{O_2}$ , STPD						$\dot{V}_E$ , BTPS		Heart rate		Ratio, Max/Rest			VE		$O_2$ pulse	
	Resting		Maximal				Rest	max	Rest	Max	$\dot{V}_{O_2}$	$\dot{V}_E$	HR	Rest	Max	Rest	Max
	l	ml/kg	l	ml/kg	ml/kgLBM	ml/cm ht	l	l	beat/min.								
Men, N=28																	
Mean	0.242	4.17	2.61	45.1	51.8	15.7	9.00	80.2	66.21	76.4	11.1	9.40	2.70	36.8	31.0	3.68	14.6
S.D.	0.0461	0.850	0.421	5.74	6.02	2.22	2.04	11.4	8.23	10.4	2.33	2.33	0.309	6.92	4.02	0.755	1.70
Range	0.169-0.360	2.95-6.07	1.95-3.93	35.7-59.3	42.8-66.3	12.0-22.1	5.66-13.9	48.2-100.4	54-88	156-204	7.6-18.8	6.1-15.0	1.91-3.33	30.0-48.2	23.1-38.8	2.18-5.17	11.3-19.0
Women, N=14																	
Mean	0.225	4.33	1.92	37.0	46.5	12.6	6.92	63.5	69.7	183.9	8.84	9.42	2.64	31.0	34.0	2.94	9.53
S.D.	0.0529	0.863	0.303	0.375	9.91	1.90	1.20	7.15	0.828	6.21	1.19	1.14	0.410	3.19	4.73	0.610	2.16
Range	0.181-0.400	3.36-6.51	1.46-2.39	30.2-43.5	41.1-62.3	9.8-15.8	3.68-7.58	54.3-84.5	52-80	174-210	5.97-12.3	7.16-11.6	2.10-3.46	26.1-37.1	25.9-42.1	25.9-3.91	1.62-13.2

실험 성적

중년 남자 28명과 중년 여자 14명에서 얻은 성적을 제 2 표에 종합하였다.

최대 산소 섭취량은 남자 2.61 l/min., 여자 1.92l/min.로 남자 쪽이 컸는데 체중 기준, 무지방 체중 기준, 또는 신장 기준 어느 것이나 남자가 컸다. 즉 체중기준으로는 남자 45.1 ml/min./kg, 여자 37.0 ml/min./kg 이었으며, 무지방체중 기준으로는 남자 51.8 ml/min./kg LBM, 여자 46.5 ml/min./kg LBM이고, 신장기준으로는 남자 15.7 ml/min./cm body height, 여자가 12.6 ml/min./cm b. height 이었다.

신장과 최대 산소 섭취량 사이의 관계를 보이는 것이

제 1 도인데 남자는 신장도 크며 최대 산소 섭취량 절대치도 큰 것이 잘 나타나 있다.

체중과 최대 산소 섭취량 사이의 관계를 보이는 것이 제 2 도이다. 체중이 커지는데 따라서 최대 산소 섭취량이 증가하는 모양이 나타나 있는데 실제로 둘 사이에는 상당히 좋은 상관 관계가 있었다(제 3 표). 즉 남자에서 둘 사이의 상관 계수는

$$r=0.56(P<0.1)이며,$$

Max  $\dot{V}_{O_2}(l)=0.042 \times \text{Body weight}(kg)+0.16$ , 여자에서는  $r=0.79(P<.001)$ 이며 다음과 같은 관계가 있었다. 즉

$$\text{Max } \dot{V}_{O_2}(l)=0.052 \times \text{Body weight}(kg)-0.78.$$

체중기준으로 표시한 최대 산소 섭취량이 남자에서 45.1,

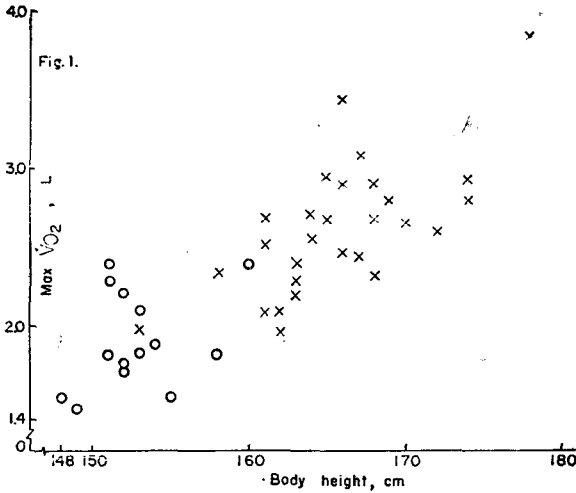


Fig. 1. Relation between body height and maximal oxygen uptake in middle-aged men (X) and women (O)

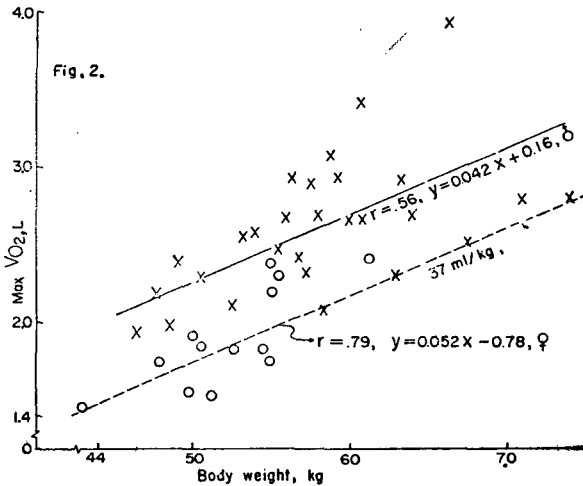


Fig. 2. Relation between body weight and maximal oxygen uptake in middle-aged men (X) and women (O)

여자에서 37.0 ml/min./kg 이란 값을 나타낸 것과 같이 남자의 회귀 방정식 직선은 여자의 것보다 훨씬 위에 위치하여 둘은 거의 서로 평행선을 이루고 있다. 다시 말하면 같은 체중에서도 중년 남자의 최대 산소 섭취량이 중년 여자의 값보다 큰 사실을 가리킨다.

무지방 체중과 최대 산소 섭취량 사이의 관계를 보이는 것이 제 3도이다. 둘 사이에는 역시 상당히 좋은 상관 관계가 있었는데 상관 계수는 (제 3 표) 남자에서  $r=0.58$ 이었으며 회귀식은

Table 3. Coefficients of correlation

	Max $\dot{V}O_2$ , l	Max $\dot{V}E$ , l
Men		
Body weight, kg	0.56	0.51
P	<.01	<.01
LBM, kg	0.58	0.25
P	<.05	NS
Max $\dot{V}O_2$ ml		0.72
P		<.01
Women		
Body weight, kg	0.79	0.41
P	<.001	<.20
LBM, kg	0.69	0.19
P	<.01	NS
Max $\dot{V}O_2$ , l		0.56
P		<.05

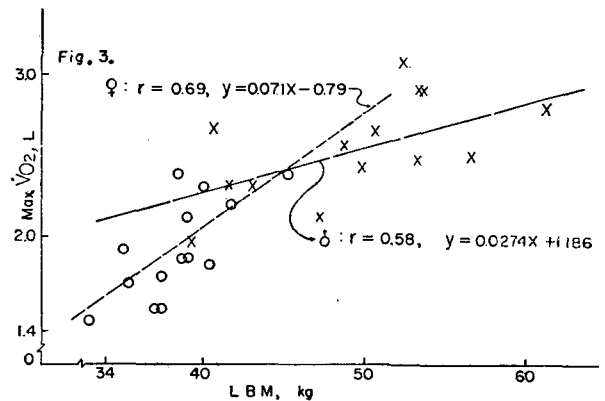


Fig. 3. Relation between lean body mass and maximal oxygen uptake in middle-aged men (X) and women (O).

Max  $\dot{V}O_2(1) = 0.027 \times LBM + 1.19$ .

여자에서는  $r=0.69$ 이었으며 회귀식은

Max  $\dot{V}O_2(1) = 0.071 \times LBM(\text{kg}) - 0.79$ 이었다.

제 3도에서 여자를 표시하는 점은 대체로 남자 표시점보다 아랫쪽에 위치하여 여자의 평균치가 남자값보다 작은 일이 반영되어 있는데, 두 실험군의 회귀식 중에서 여자 표시 직선의 기울기가 남자 표시 직선보다 훨씬 크다. 이것은 여자의 체중에는 남자보다 많은 비율로 지방량 무게도 포함되어 있는데 지방은 신체 운동에서는 단순한 점으로만 작용할 뿐이어서 체중 기준으로 최대 산소 섭취량을 표시하는 경우에는 이 값을 적게만드는 요인 가운데 으뜸 가는 것이 된다. 즉 앞서 제 2도에 보는 것 같이 같은 체중에서도 지방량을 많이 지니는 여자값이 항상 남자값 보다 작았던 원인이었다. 그러나 제 3도는 이렇게 짐으로 작용하는 지방량을 제거

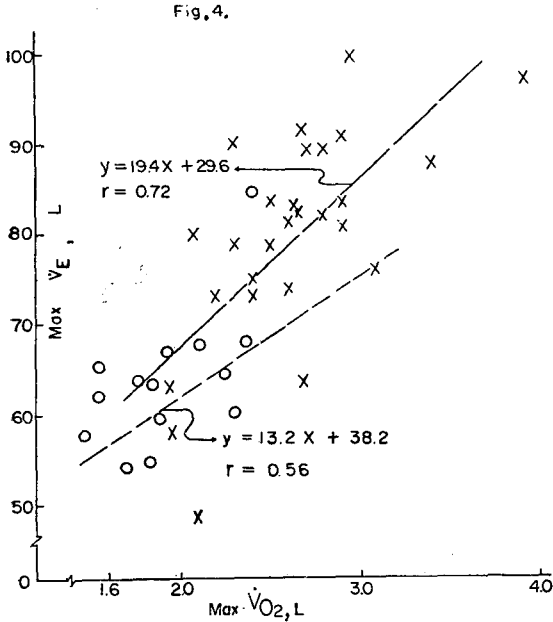


Fig. 4. Relation between maximal oxygen uptake, and maximal pulmonary ventilation in middle-aged men (X) and women (O).

한 무지방 체중 기준으로 표시하면 어느 한계로 부터는 여자값이 클 것을 가리킨다. 즉 남자와 여자 표시의 두 개의 회귀식을 나타내는 직선이 교차하는 점, 즉 무지방 체중이 46 kg 인 점을 경계로 하여 이보다 무지방 체중이 적은 범위에서는 남자의 값이 크나, 46 kg 보다 큰 무지방 체중의 범위에서는 ml/kg LBM 으로 표시되는 최대 산소 섭취량이 여자가 남자보다 오히려 클 것을 가리킨다. 이 실험의 여자 대상자로서 무지방 체중의 최고가 45.3 kg 에 불과하여 이 일을 직접 증명은 못하나 몸집이 크고 총지방량도 많은 중년 여자의 최대 산소 섭취량의 일 단면을 말한다고 하겠다.

최대 폐환기량은 중년 남자가 80.2, 중년 여자가 63.5 l/min. 를 보이어서 서로 차이가 있었다. 안정시 폐환기량에 비하면 다같이 9.4 배로 증가한 것인데 이러한 최대 폐환기량은 최대 산소 섭취량과 밀접한 관계가 있었다. 즉 제 4 도에 보는 바와 같이 남녀 각각에서 둘 사이에는 직선적 비례 관계가 있었다. 남자에서 상관계수는  $r=0.72$  이었으며 여자에서  $r=0.56$  이었다. 중년 남자에서 더욱 밀접한 관계가 있었다. 한편 최대 폐환기량은 체중과도 좋은 상관 관계에 있었으며 중년 남자에서 상관 계수가  $r=0.51$ , 중년 여자에서  $r=0.41$  을 보였다.

그러나 무지방 체중과 최대 폐환기량 사이에는 상관 관계가 좋지 않았다.

최대 산소 섭취량과 최대 폐환기량 사이에 좋은 상관

관계가 있으며 최대 폐환기량이 남자나 여자나 같이 안정값의 9.4 배로 증가되었는데 불구하고 최대 산소 섭취량의 안정값에 대한 비율이 남자가 11.1로 여자의 8.84 보다 큰 이유는 허파에서 산소가 혈액으로 이행하는 크기 즉 혈액의 산소 운반 능력이 중년 남자가 중년 여자보다 큰 것을 가리킨다고 하겠다. 이와 같이 남자의 산소 운반 능력이 크므로 최대 산소 섭취량을 표시하는 어떠한 방법이나 다시 말하면 절대량, 체중 기준, 무지방 체중 기준, 신장 기준의 어떤 것도 남자값이 여자값보다 컸다.

환기 당량에도 중년 남자와 중년 여자 사이에 차이가 있었다. 안정시에는 남자의 환기 당량이 여자 보다 컸으나, 최대 환기 당량은 남자가 31.0 이며 여자가 34.0 으로 최대 산소 섭취 상태에 있어서 허파의 환기 능력이 중년 여자가 남자보다 적은 일을 가리킨다. 이 일은 앞서 분혈액의 산소 운반 능력의 문제와 같은 방향의 차이점이라고 하겠다.

심장 박동수는 최대 산소 섭취 상태에서 중년 남자는 안정값 66.2 의 2.7 배인 176.4/min. 를 보이었고 중년 여자는 안정값 69.7 의 2.64 배인 183.9/min. 를 보였다. 두 실험은 다 같이 순환계의 최고 한계점이라 믿어지는 맥박수 180/min. 전후에 이르렀던 것인데 혈액의 산소 운반 능력의 표시라고도 볼 수 있는 최대 산소 맥박이 중년 남자에서 14.6 ml/beat 로서 중년 여자의 9.53 ml/beat 에 비하여 훨씬 큰 값을 보였다.

## 고 찰

연령이 평균 45.0(40.3~50.7세)세인 중년 남자의 최대 산소 섭취량이 2.61 l/min. 로서 연령이 조금 아래인 즉 평균 연령 40.5(34.3~47.5세)세인 중년 여자의 1.92 l/min. 보다 크다는 사실은 중년 남자의 신체 적성(physical fitness) 내지는 작업 능력이 중년 여자의 그것 보다 훨씬 우월한 일을 가리킨다. 왜 이러한 남녀의 성별 차이가 있는지는 대답할 길이 없으나 현상 자체로서는 뚜렷이 말할 수 있는 일이다. 최대 산소 섭취량 표시로는 체중 기준 또는 무지방 체중 기준으로 하는 것이 보다 합리적이므로(任昇宰, 南基鏞, 1965) 이것에 따르면 중년 남자의 45.1 ml/min./kg 또는 51.8 ml/min./kg LBM 은 중년 여자의 37.0 ml/min./kg 이나 46.5 ml/min./kg LBM 보다 크다. 이와 같은 최대 산소 섭취량의 남녀 성별차는 젊은 세대에서도 관찰되는 일로서 14세의 남자 중학생에서 53.7 ml/min./kg 또는 63.7 ml/min./kg LBM 에 대하여 14세의 여자 중학생에서 47.4 ml/min./kg 또는 61.7 ml/min./kg LBM 과 같이(郭, 南 1968, 鄭, 南, 1968) 남자가 크다(제 4 표 참조). 연령 평균 17.4 세인 남자 고등학생의 최대 산소 섭취량이 52.7ml

/min./kg 또는 57.9 ml/min./kg LBM 인데 비하여 평균 연령 16.9세인 여자 고등 학생에 있어서는 39.7 ml/min/kg 또는 51.2 ml/min./kg LBM 으로 역시 여자의 값이 남자 보다 작다. 20세의 남자 성인의 최대 산소 섭취량은 44.5 ml/min./kg 또는 51.9 ml/min./kg LBM 으로서(임승재, 남기용, 1965), 평균 연령 18.6세 여자의 39.7 ml/min./kg 또는 51.2 ml/min./kg LBM 이나, 평균 연령 20세의 여자에서 41.3 ml/min./kg 등에 비하여 남자가 여자보다 크다. 이런 경향은 특히 체중 기준 표시에서 뚜렷하며 무지방 체중 기준으로는 남녀차가 적어지는데, 이것은 여자의 총지방량이 남자보다 많은 일 이 그 원인일 것이다.

이렇게 보면 전 생애를 통하여 남자의 최대 산소 섭취량은 여자 보다 크다고 하겠으며 저자 실험의 중년 남녀에 있어서도 이같은 태도를 보이었다고 할 수 있다.

**Table 4. Comparison of maximal oxygen uptake and age in sedentary men and women**

	Age	Max $\text{VO}_2$ , STPD			Reference
		l	ml/kg	ml/kgLBM	
Men	14.0	2.11	53.7	63.7	鄭日東, 南基鏞, 1966 위와 같음
	17.4	2.86	52.7	57.9	
	21.9	2.61	44.5	51.9	任, 南, 1965
	23.4	3.2	44		Hermansen and Andersen, 1965
	41-50	2.01			Hettinger et al., 1961
	45.0	2.61	45.1	51.8	This study
	53.9	2.63	36		Anersen and Hermansen, 1965
60.2	2.24	30.1		Astrand et al., 1959	
Women	14.0	1.78	47.4	61.7	郭板達, 南基鏞, 1966
	16.9	1.93	39.7	51.2	
	18.6	2.23	42.5	55.8	李德淑, 1966
	20	2.16	41.3		李起鏞 등 1966
	22.6	2.3	38		Hermansen and Andersen, 1965
	40.5	1.92	37.0	46.5	This study

최대 산소 섭취량은 연령의 영향도 받는다. 제 4 표는 국내 및 국외의 몇몇 자료를 제시한 것인데 최대 산소 섭취량 절대량으로는 몸집이 작은 중학생이 고등학생보다 작다. 고등학교 연령에 이르기 까지 성장은 그냥 계속되는바 체중과 최대 산소 섭취량 사이에는 좋은 상관 관계가 있는 일의 표현이기도 하다. 그러나 ml/kg 또는 ml/kg LBM 으로 표시되면 몸집이 작은 중학생이 제일 크고 고등학생은 작아지며, 남자 대학생 혹은 20세대 남자 성인의 값은 고등학생 값보다도 작다. 특히 ml/kg

LBM 표시에서는 연령 증가에 따르는 최대 산소 섭취량 감소가 현저하다. 그러나 중년 남자의 최대 산소 섭취량은 45.1 ml/kg 또는 51.8 ml/kg LBM 으로서 남자 고등 학생보다는 작으나, 20대 청년과는 같은 값이다. 이렇게 보면 남자에 있어서는 어린 소년기에 최고의 신체 적성(physical fitness)을 나타내며 20대 청년시기까지 감소되나 그 후는 같은 수준을 그냥 유지한다고 말할 수 있다. 즉 한국 중년 남자의 작업 능력은 청년의 그것과 같이 유지된다고 하겠다.

여자에서는 사정이 좀 다르다. 여자 중학생의 최대 산소 섭취량은 47.4 ml/min./kg 또는 61.7 ml/min./kg LBM 으로 무지방 체중 기준으로는 남자 중학생과 차이가 없다. 여자 고등학생에서는 39.7 ml/min./kg 또는 51.2 ml/min./kg LBM 으로 여자 중학생에 비하여 현저하게 감소되어 있다. 20세 여자(李起鏞 등, 1966)에서는 41.3 ml/min./kg 로 여자 중학생 보다 작다. 평균 18.6세인 여자 (崔德瓊, 李德淑, 1968)에서는 42.5 ml/min./kg 또는 55.8 ml/min./kg LBM 이 보고되어 있어서 16.9세의 여자 고등학생 보다는 큰 값이나 아직도 14.0세의 여자 중학생 보다는 작다. 중년 여자에서는 37.0 ml/min./kg 로 여자고등학생 값과 별반 차이가 없다고 하겠으나 무지방 체중 기준으로는 46.5 ml/min./kg LBM 이어서 훨씬 감소되어 있다. 이 일은 여자의 연령이 진행하면 총 지방량이 증가하며(崔德瓊, 金子香, 1966) 이것이 신체 운동에 있어서는 여분으로 존재하는 점으로 작용하여 운동 능력을 저하시키기 때문이라 생각된다.

중년 남녀의 작업 능력 추정은 우리나라에서는 다른 보고를 찾을 수가 없으나 외국 보고는 몇몇이 있다. Andersen 과 Hermansen(1965)은 평균 연령 53.9세의 노르웨이 사무원에서 최대 산소 섭취량이 2.63 l/min. 또는 36 ml/min./kg 라 보고 하였는데 우리나라 45세 남자가 45 ml/min./kg 라는 큰 값을 가진 것에 비하면 엄청나게 적다. 이것만으로 보면 우리나라 중년 남자의 작업 능력이 노르웨이 사람보다 우수하다고 하겠다. 미국의 41-50세의 남자 순경의 최대 산소 섭취량이 2.01 l/min. 에 불과한데 (Hettinger et al., 1961), 이런 값은 우리나라 여자 고등학생 연령이상 여자의 값과 같은 것이다. 미국 사람으로 젊었을 때 스포츠에 종사하고 늙어서도 스포츠를 즐기는 평균 연령 60.2세 (56-68세) 남자에서 최대 산소 섭취량이 2.24 l/min. 또는 30.1 ml/min./kg 이란 (Astrand et al., 1959) 값들과 비교하여도 우리나라 중년 남자 값은 훨씬 크다. 이리하여 최대 산소 섭취량을 통하여 관찰되는 우리나라 중년 남자의 작업 능력은 우수하다고 할 수 있다. 여자의 자료는 회귀하여 직접 비교할 길이 없으나, 평균 연령 22.6세의 노르웨이 여자에서 2.3 l/min. 또는 38 ml/min./kg 가 보

고 되어 있다. 이 값은 체중 기준으로 보면 우리나라 중년 여성의 값과 같다. 즉 우리나라 34~47세의 중년 여성의 작업 능력은 우리나라 젊은 여자보다는 떨어지나 외국 여자와는 같은 수준을 유지한다고 하겠다.

신체 운동을 하면 허파의 과도환기가 일어남은 잘 알려진 일로서 최대 폐환기량의 안정시 환기량에 대한 비율은 남자 중학생에서 (郭, 南, 1968) 9.7배, 남자 고등학생에서 10.7배이고, 여자 중학생에서 (鄭, 南, 1968), 10.2배, 여자 고등학생에서 10.1배로 보고되어 있는데 저자의 중년 남자에서 9.4배, 중년 여자에서 9.4배는 젊은 사람들의 값과 비슷한 것으로 나이가 많아졌다고 해서 폐환기량에 변화가 있는 것은 아니다. 수의적인 최대 환기 용량(maximal breathing capacity)은 격심한 운동을 할 때의 최대환기량 보다 크므로(Andersen, 1960), 중년 남녀의 최대 폐환기량이 안정시의 9.4배로 증가하여도 아직은 폐의 기능적인 환기 용적에는 여유가 있다고 하겠다.

심장 박동수가 최대 산소섭취 상태에서 중년 남자가 176/min., 중년 여자에서 184/min.에 이르러서 여자의 값이 더 크다. 개인이 최대작업을 함에 있어서 여자의 심장 박동수가 더 많았다고는 말 할 수 있으나, 남자나 여자나 여기에 얻은 값 보다는 더 큰 심장 박동수가 있을 수가 없다는 것은 아니다. 개인의 심장 박동수 최고는 최대 산소를 섭취 할 상태의 심장 박동수와는 상이한 것이며, 나이가 많아지면 최대심장 박동수도 감소한다는 보고도(Astrand et al., 1959)있으나 중년 여자보다 적은 것의 원인이 여기에 있다고는 할 수 없다.

산소 맥박(Oxygen pulse)은 심장 박동수와 폐환기량의 종합적인 표시라 할 수 있는 것인데 중년 남자가 14.6 ml/beat로 중년 여성의 9.5 ml/beat 보다 훨씬 크다. 이만큼 중년 남자의 순환기 산소 운반 능력이 여자보다 좋다는 것을 가리킨다. 우수한 운동가의 산소 맥박은 20.6 ml/beat에도 이르는데 (Andersen and Hermansen, 1965), 저자의 중년 여성의 9.5 ml/beat는 그 절반에 불과하다. 그러나 한국 여자 중학생에서 9.4, 여자 고등학생에서 9.9 ml/beat로서 (鄭, 南, 1968) 중년 여자와 같은 것이다. 남자 고등학생의 산소 맥박이 14.4 ml/beat이며 (郭, 南, 1968), 20대 성인 남자에서 13.3 ml/beat (임승재, 남기용, 1965) 등의 보고가 있는바 저자의 중년 남자의 값은 이들 연령이 다른 남자의 값들과 같은 것이다.

### 결 론

한국인 중년 남녀에서 최대 산소 섭취량을 측정하였다. 남자는 평균 연령 45.0세(40.3~50.7세)인 28명이었고 여자는 평균 연령 40.5(34.3~47.5세)인 14명이

었다. 피부두결의 평균 두께가 남자 7.59 mm, 여자에서 14.5 mm 이었고 총지방량이 남자 11.9%, 여자 25.5%이었으며 중년기의 신체 특징을 나타냈다. 트랜밀 검사법을 시행하여 다음과 같은 성적을 얻었다.

1. 중년 남자의 최대 산소 섭취량은 어떤 단위로 표시하여도 중년 여자의 그것보다 컸다. 즉 남자 대 여자의 값은 2.61 대 1.92 l/min, 45.1 대 37.0 ml/min./kg, 51.8 대 46.5 ml/min./kg LBM, 15.7 대 12.6 ml/min./cm body height 이었다.

2. 최대 폐환기량은 중년 남자에서 80.2 l/min., 중년 여자에서 63.5 l/min. 이었다.

3. 최대 산소 섭취량과 체중 및 무지방 체중과의 사이에 상관 관계가 있었으며 상관 계수는 중년 남자에서 각각  $r=0.56$  및  $r=0.58$  이었고 중년 여자에서  $r=0.79$  및  $r=0.69$  이었다.

4. 최대 폐환기량과 체중 및 무지방 체중과의 사이의 상관 관계는 중년 남자에서 각각  $r=0.51$  및  $r=0.25$  이었으며, 중년 여자에서 각각  $r=0.41$  및  $r=0.19$  이었다.

5. 최대 심장 박동수는 중년 남자에서 176.4/min., 중년 여자에서 183.9/min.에 이르렀다.

6. 산소 맥박은 중년 남자가 14.6 ml/beat, 중년 여자에서 9.5 ml/beat 이었다.

7. 중년 남녀 모두 ml/kg 또는 ml/kg LBM으로 표시되는 최대 산소 섭취량이 청년기의 값과 같으며 한국인 중년 남녀의 작업 능력이 청년기와 같았다.

### REFERENCES

- Andersen, K.L.: *Respiratory recovery from muscular exercise of short duration. Acta Physiol. Scand.* 48:Suppl. 168, 1960.
- Andersen, K.L.: *Aerobic work capacity in middle-aged Norwegian men. J. Appl. Physiol.* 20:432, 1965.
- Astrand, P.O.: *Human physical fitness with special reference to sex and age. Physiol. Rev.* 36:307, 1956.
- Astrand, I., P.O. Astrand, and K. Rodahl: *Maximal heart rate during work in older men. J. Appl. Physiol.* 14:562, 1959.
- 朴景華: 피부 두결집기법에 의한 한국 공군 장병의 총지방량 측정. *항공의학* 11:89, 1963.
- 鄭日東, 南基鏞: 여자 중·고등 학생의 최대 산소 섭취량. *대학생리학회지* 2: 115, 1968.
- Consolazio, C.F., R.E. Johnson, and L.J. Pecora: *Physiological Measurements of Metabolic Functions in Man. New York, 1963.*

- Hermansen, L., and K.L. Andersen: *Aerobic work capacity in young Norwegian men and women. J. Appl. Physiol.* 20:425, 1965.
- Hettinger, T., N.C. Birkhead, S.M. Horvath, B. Issekutz, and K. Rodahl: *Assessment of physical work capacity. J. Appl. Physiol.* 16:153, 1961.
- 任昇宰, 南基鏞: 남자의 최대 산소 섭취량과 신체 구성 성분 사이의 스포츠 科學研究報告書 2:89, 1965.
- Keys, A., and J. Brozek: *Body fat in adult man. Physiol. Rev.* 33:245, 1953.
- 金東後, 金龜子, 林淑子, 尹南植, 成丁順, 韓成一, 李昌煥, 李喜淳, 具然哲: 女學生 運動選手の 最大 酸素攝取量과 酸素負債에 關한 測定. 스포츠科學 研究報告書 3:23, 1966.
- 金仁達: 韓國人 本位에 關한 研究. 서울大論文輯, 自然科學, 3:45, 1959.
- 金子香, 崔德瓊: 밀도법 및 피부두껍법에 의한 여자 중·고등 학생의 총지방량 측정. 우석의대잡지 5: 1, 1968.
- 郭板達, 南基鏞: 여자 중·고등 학생의 최대 산소 섭취량. 대한생리학회지 2: 105, 1968.
- 崔德瓊, 李德淑: 여자 고등학생의 최대 산소 섭취량과 신체 구성 성분 사이의 관계. 우석의대잡지 5: 15, 1968.
- 李起鏞, 洪性一, 李元圭, 宋世勳, 洪碭基: 韓國運動選手の 最大酸素攝取能 및 酸素負債에 關하여. 스포츠 科學研究報告書 3:13, 1966.
- Mahadeva, K., R. Passmore, and B. Woolf: *Individual variation in the metabolic cost of standardized exercise: the effect of food, age, sex and race. J. Physiol.* 121:225, 1953.
- Mc Donald, I.: *Statistical studies of recorded energy expenditure of man. II. Expenditure on walking related to weight, sex, age, height, speed and gradient. Nutr. Abstr. Rev.* 31:739, 1961.
- Robinson, S.: *Experimental studies of physical fitness in relation to age. Arbeitsphysiologie* 10:251, 1939.
- Scholander, P.F.: *Analyzer for accurate estimation of respiratory gases in one-half cubic centimeter samples. J. Biol. Chem.* 167:235, 1947.
- Taylor, H.L., E. Buskirk, and A. Henschel: *Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory Performance. J. Appl. Physiol.* 8: 73, 1955.