

성장기 한국인 남녀 기초체력 향상에 관한 연구 (남자 중·고등학생을 대상으로 하여)

경북대학교 대구 체력과학연구소

蔡義業 · 金圭秀 · 朱永恩 · 金鍾石 · 禹元亨 · 鄭福得

=Abstract=

Studies on the Physical Fitness of the Middle and High School Boys

E Up Chae, M.D., Kyu Soo Kim, M.D., Young Eun Choo, M.D.,
Chong Suck Kim, M.D., Won Hyung Woo, M.D. and Pock Tuck Chung, M.D.

Institute of Physical Fitness Research, Kyungpook National University, Taegu, Korea

The effects of physical exercise, gymnastics and sports on the cardiopulmonary function were studied in the middle and high school boys. The subjects were divided into 4 groups; non-training group and training group in both middle school and high school boys. In the above groups, pulmonary function studies were performed, and blood pressure and the heart rate were also checked to evaluate physical fitness during and immediately after running exercise on the tread-mill, with the speed of 5 MPH and elevation of 9% and 11.25%.

The types of sports in the training group were base ball, body building, Taekwondo (Korean style boxing) and hand ball.

The results obtained were as followings:

- 1) In the training group, cardiopulmonary function showed some tendency of the increase comparing to the non-training group.
- 2) The increase in cardiopulmonary function was observed according to the age became older, but the clear changes on cardiopulmonary function was not observed as the difference of the group between the training and the non-training.
- 3) The expiratory volume was decreased as the increase of age except 17 years of age for the value of the per kg body weight.
- 4) In the non-training group, the mean value of oxygen consumption under maximum work load was increased, while those in the training group was decreased. But it may be noted that oxygen consumption for the expiratory volume was increased in the training group, and that the oxygen cost in the training group was higher than that of the non-training group.
- 5) The pulse pressure of the high school group during and immediately after running exercise was observed in the higher value comparing with that of the middle school group. It was suggested that the changes of the pulse pressure was owing to the method of determination and that to the decrease of diastolic pressure caused by the decrease of peripheral vascular resistance up to critical closing pressure.
- 6) Any differences of the changes in the heart rate between the training group and non-training group was not observed during and immediately after running exercise.
- 7) The relative value of the expiratory volume to the heart rate was decreased in the elder age group.

서 론

국민 체력은 그 나라의 국력에 비례됨은 주지의 사실이며 최근 선진국가에서의 체력 향상은 눈 부신바가 있다.

그러나 우리 나라에서는 그간 국민 체력에 관한 정확한 조사나 과학적 연구의 부진으로 효과적인 향상 대책을 마련하지 못하고 있는 실정이다.

체력은 성장기에 있어서의 영양, 운동 기타 생활 환경에 크게 영향을 받는 만큼 현 체력을 정확히 파악함과 아울러 체력을 저해하는 요인을 제거하고 그 향상책을 강구함으로써 국민체력 향상의 목적을 달성할 수 있다.

따라서 본 연구소에서는 제 1 차 연구목표로서 비교적 농촌 및 도시출신 학생이 고루 분포되어 있는 대구 영남 중·고등학교 학생을 대상으로 하고 각종 기본체력의 조사를 하여 그 정확한 자료를 얻고 나아가서 일정한 체력 훈련이 기본체력에 미치는 영향을 연구하여 우리나라 청소년의 체력 향상의 올바른 방안을 수립하고자 본 연구를 실시하고 이것을 보고하는 바이다

연구 방법

1. 연구 대상

대상으로서는 대구 시내 영남 중, 고등학교 학생, 연령 12세에서 17세까지의 중1, 중2, 중3 및 고1, 고2의 학년별 80명씩 총 400명에 대하여 실시하였다. 성적정리는 학년별 구분을 버리고 연령별로 다시 구분하여 12세, 13세, 14세, 15세, 16세 및 17세(고등학교 2학년중 고 연령자 중에서 선택함)의 6연령군으로 세분했다. 즉 생체 발육은 연령에 좌우되기 때문이다.

2. 관찰 종목

심폐기능 검사

중학생군과 고등학생군에 대하여 훈련군과 비훈련군으로 대별하고 훈련군이라 함은 학교 체육시간외에 개인이 평소에 운동을 규칙적으로 매일 실시하는 것이며 비훈련군은 학교 체육시간외에 아무런 과외운동을 하지 않는 학생을 말한다.

훈련군의 평소 운동종목은 야구(야구와 핸드볼), 맨손운동(권투)으로 구분되며, 1일 평균 일과 전후에 1시간 이상 훈련을 계속하고 있는 군이다.

3. 관찰 시기

중학생 및 고등학생을 각 학년별로 훈련군, 비훈련군에 대하여 생체계측과 기본체력 측정은 1969년 10월

15일부터 1969년 10월 21일까지에 실시하고, 심폐기능의 제 1 차 측정은 1969년 10월 27일부터 1969년 11월 20일까지에 실시하고 제 2 차 측정은 1969년 12월 15일에서 1969년 12월 19일까지 실시하였다.

즉 약 1개월 반 동안의 간격을 두어 가을철의 우천이 적고 야외활동이 비교적 편리하고 비교적 단시일내의 훈련 효과를 관찰하였다.

제 1 차에서는 생체계측과 기본체력 검사를 실시하고 제 2 차에서는 심폐기능 검사를 실시하였다. 또한 신장과 같이 생체계측은 단시일내의 뚜렷한 변화가 예상되지 않으므로 제외하였다.

Quinton의 treadmill을 사용하여 주행전후에 ECG, 혈압을 기록하고 동시에 폐기능을 관찰하였다.

Treadmill의 속도는 8 km/hr.로 고정했고 9% 경사 및 11.25%경사에서 실시하였으며 treadmill 운동 부하실험의 순서는 다음과 같다.

1. 연습주행(warming up) 4 km/hr.로 10분간 주행하고
2. 5분간 휴식
3. 제 1 차 주행

8 km/hr.로 속도를 고정하고 경사 9%에서 3분간 주행하고 2분에서 3분사이에 호기개스를 Douglas Bag에 채취한다.

이것으로서 최대 산소 소모량($\dot{V}O_2$)을 계산하고 이때 탄산가스배출($\dot{V}CO_2$)과 분시 환기량(\dot{V}_E)도 곁하여 관찰한다.

이때 운동중 ECG연속 기록을 하고 분시 심박수와 ECG의 변화를 관찰한다.

이때 3주행직후, 2분후, 4분후, 3회에 걸쳐 맥박수, 혈압을 측정, 기록한다.

혈압측정은 청진법에 의하였다.

4. 5분간 휴식

5. 제 2 차 주행 :

제 1 차 주행과 동일하게 하되 경사도만 11.25%로 증가시킨다.

기타 개스 채취와 $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$ 및 \dot{V}_E 의 측정, 그리고 ECG 기록은 동일하게 한다.

6. 제 2 차 주행직후부터 10분간 5회에 걸쳐 매 2분마다 분시 심박수와 혈압을 기록, 관찰한다. 동시에 EKG를 기록한다.

폐기능의 관찰 종목은 다음과 같다.

- (1) 전 폐용량(T.L.C.)
- (2) 폐활량(V.C.), 표준 폐활량 백분비(%V.C.)
- (3) 기능적 잔기량(F.R.C.)

Table 1. Physical characteristics

(Mean±S.E.)

Phy. char.	Age	Height(cm)	Weight(kg)	BSA(m ²)
Group				
Mid- I Train. n=13	13.8±0.33	151.3±2.27	40.3±2.99	1.31±0.05
Mid- I Non-train. n=14	13.9±0.23	150.0±1.59	37.9±1.30	1.27±0.02
Mid- II Train. n=13	13.8±0.33	151.3±2.27	40.3±2.99	1.31±0.05
Mid- II Non-train. n=14	14.0±0.21	151.4±1.68	38.6±1.24	1.29±0.02
High- I Train. n=7	17.1±0.28	165.7±1.15	56.4±1.47	1.62±0.02
High- I Non-train. n=6	17.0±0.40	163.6±0.48	49.3±1.67	1.51±0.02
High II Ttrain. n=7	17.1±0.28	165.7±1.15	56.4±1.47	1.62±0.02
High- II Non-train. n=6	17.0±0.40	163.6±0.48	49.3±1.67	1.51±0.02

Mid...Middle school group.

High...High school group.

I ...The first period of the observation.

II ...The second period of the observation.

The abbreviations appeared in the following tables are the same as the above discription.

Table 2. Static lung volume and ventilatory measurement (liters, BTPS) (Mean±S.E.)

Lung Vol.	TV	IC	ERV	RV	FRC	VC	VC%	TLC	RI%	MBC	MBC %
Group											
Mid- I Train. n=9 (M)	—	2.07	1.05	0.80	1.79	3.22	108	4.04	20.2	118	108
(S.E.)	—	0.40	0.01	0.05	0.15	0.32	2.75	0.28	1.34	4.72	4.72
Mid- I Non-tr. n=9 (M)	—	1.87	1.03	0.78	1.74	3.12	110	3.91	20.1	100	98
(S.E.)	—	0.33	0.16	0.03	0.07	0.19	5.14	0.25	0.93	6.60	5.5
Mid- II Train. n=13 (M)	0.47	2.29	0.95	0.74	1.63	3.24	112	4.12	18.4	103	102
(S.E.)	0.02	0.19	0.10	0.05	0.14	0.27	4.93	0.33	0.93	6.09	3.96
Mid- II Non-tr. n=13 (M)	0.48	2.26	0.82	0.77	1.46	3.00	101	3.84	19.9	105	102
(S.E.)	0.01	0.14	0.07	0.03	0.09	0.18	3.65	0.23	0.60	5.80	3.98
High- I Train. n=7 (M)	0.75	2.41	1.75	1.08	2.78	4.48	122	5.56	19.4	133	106
(S.E.)	—	—	—	0.07	—	0.08	4.18	0.11	1.02	5.70	5.68
High- I Non-tr. n=5 (M)	0.65	2.79	0.94	1.08	2.17	3.87	108	4.82	22.3	121	103
(S.E.)	0.03	0.15	0.08	0.10	0.26	0.17	5.25	0.31	1.13	5.56	4.14
High- II Train. n=6 (M)	0.72	3.28	1.11	0.98	2.09	4.39	117	5.37	18.2	153	122
(S.E.)	0.08	0.16	0.05	0.03	0.07	0.06	4.07	0.07	0.54	8.09	6.51
High- II Non-tr. n=6 (M)	0.48	3.09	1.07	1.17	2.24	4.17	116	5.34	21.8	120	102
(S.E.)	0.03	0.11	0.08	0.08	0.13	0.19	5.25	0.23	0.13	7.75	5.84

n: Number of cases. M: Mean

(4) 폐 잔기량(R.V.)

(5) 최대 분시 환기량(M.B.C.)

표준 최대 분시환기량 백분비(%M.B.C.)

성 적

I. 생체계측

고등학교 및 중학생군의 연령, 신장, 체중 및 체표

면적은 제 1 표와 같다.

II. 심폐기능 검사

훈련군과 비훈련군의 각종 검사 및 상호간의 비교 성적은 다음과 같다(표2).

1) 최대 산소 섭취량($\dot{V}O_2$)

Treadmill 경사 9%, 8 km/hr. 속도에서 분시 체표면 적단위(ml/min./m²) 산소섭취량($\dot{V}O_2$)은 11.25%경사

Table 3. Maximum oxygen uptake, carbon dioxide out-put and expiratory volume under running exercise (9% tilt)

Vent. measure		Mean±S.E.				
Group	\dot{V}_E (l/min./m ²) BTPS	\dot{V}_E (l/min./kg) BTPS	\dot{V}_{O_2} (ml/min./m ²) STPD	\dot{V}_{O_2} (ml/min./kg) STPD	\dot{V}_{CO_2} (ml/min./m ²) STPD	\dot{V}_{CO_2} (ml/min./kg) STPD
Mid-I Train. n=11	62.8±3.04	1.62±0.08	2123±135.1	53.0±2.08	2074±104.0	51.8±2.31
Mid-I Non-train. n=14	58.2±2.86	1.46±0.07	1753±98.0	46.9±2.08	1910±122.8	49.1±2.38
Mid-II Train. n=12	59.9±3.41	1.45±0.09	2096±164.4	49.6±1.80	2255±172.1	49.3±2.30
Mid-II Non-train. n=13	59.4±1.73	1.55±0.04	2006±61.6	52.8±1.97	2167±69.8	56.8±1.56
High-I Train. n=7	63.2±4.70	1.11±0.07	2537±74.0	45.0±1.05	2408±116.0	42.5±1.50
High-I Non-train. n=5	62.2±4.17	1.26±0.06	2316±116.1	46.3±2.19	2433±57.1	57.1±1.76
High-II Train. n=6	71.2±9.09	1.25±0.15	2776±148.0	49.5±2.68	2814±250.3	50.0±4.02
High-II Non-train. n=6	73.3±3.97	1.48±0.07	2624±105.9	52.1±1.40	2875±76.4	58.3±1.33

n: Number of cases

Table 4. Maximum oxygen uptake, carbon dioxide out-put and expiratory volume under running exercise (11.25% tilt)

Vent. measure		Mean±S.E.				
Group	\dot{V}_E (l/min./m ²) BTPS	\dot{V}_E (l/min./kg) BTPS	\dot{V}_{O_2} (ml/min./m ²) STPD	\dot{V}_{O_2} (ml/min./kg) STPD	\dot{V}_{CO_2} (ml/min./m ²) STPD	\dot{V}_{CO_2} (ml/min./kg) STPD
Mid-I Train. n=13	69.2±2.85	1.78±0.10	2265±132.8	57.6±2.13	2274±120.9	57.4±2.48
Mid-I Non-train. n=12	72.2±3.29	1.90±0.05	2193±98.3	57.1±1.82	2284±128.1	59.9±2.08
Mid-II Train. n=12	69.9±4.11	1.70±0.09	2268±179.0	55.2±1.98	2412±199.9	57.3±2.19
Mid-II Non-train. n=13	69.1±3.01	1.90±0.05	2206±78.6	57.6±1.82	2356±85.3	59.9±2.08
High-I Train. n=7	79.5±6.28	1.50±0.12	3157±131.2	56.0±2.16	3091±113.8	54.9±1.99
High-I Non-train. n=5	74.1±5.22	1.47±0.09	2736±122.8	54.5±2.00	2703±117.3	53.8±1.32
High-II Train. n=6	85.1±8.00	1.50±0.12	3190±85.5	56.9±1.23	3272±119.8	58.2±2.23
High-II Non-train. n=6	85.2±3.25	1.73±0.05	2899±135.6	49.1±1.36	3143±162.0	63.6±1.92

n: Number of cases

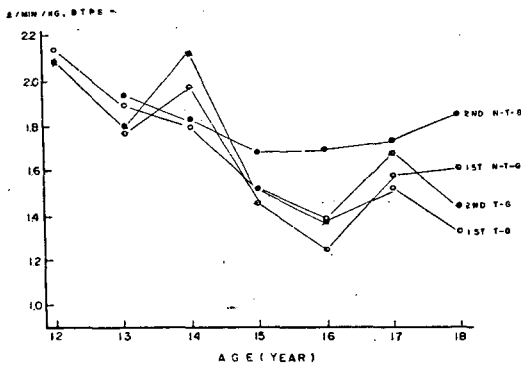


Fig. 1. Minute ventilation during maximum work load under tread-mill exercise.

T-G...Training group. N-T-G...Non training group.

보다 전반적으로 약간 값이 적으며 연령별로 중학생군, 고등학생군은 다같이 연령에 따라 증가함을 보여 분시 체중당 \dot{V}_{O_2} (ml/min./kg)는 경사 9% 및 11.25%에서 다같이 연령 증가에 따라 감소하는 경향이다(표 3, 4 및

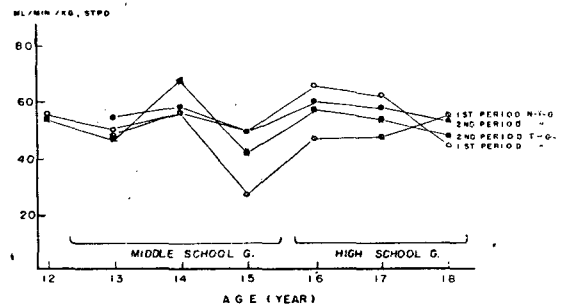


Fig. 2. Maximum oxygen uptake (ml/min./kg).

그림 1, 2, 3 참조)

다만 11.25%경사 treadmill 주행 최대산소섭취량 (ml/min./kg)은 고등학생군에서 비훈련군의 제 1차 측정치와 제 2차 측정치 사이에는 제 2차 측정값이 크다 ($P>0.07$).

제 2차 측정시 9%경사 treadmill 주행에서 고등학생군은 비훈련군이 훈련군에 비해서 분시 산소 소모량이

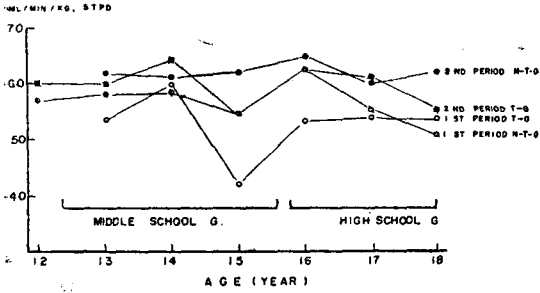


Fig. 3. Carbon-dioxide output during maximum work load under tread-mill exercise.

큰 경향이다($P>0.09$).

그 밖의 나머지는 양차에 뚜렷한 차이가 인정되지 않는다.

2) 탄산가스 배출량($\dot{V}CO_2$)

Treadmill 경사 9%에서 분시 체표면적 비단위 ($ml/min./m^2$) 탄산가스 배출량은 중학교는 훈련군과 비훈련군에 별 차이가 없으나 고등학생군은 제 1 차 측정에서 훈련군이 비훈련군보다 적은 경향이다.

제 2 차 측정에서도 훈련군이 비훈련에 비해서 적다.

그러나 11.25% 경사 최대운동 부하시는 연령별로 중학교는 9% 경사시와 그 양상이 별다른 변화가 없으나 고등학생군의 $\dot{V}CO_2$ 는 연령에 따라 훈련군, 비훈련

군 다같이 전반적으로 증가하는 경향이며 운동군과 비운동군에 차가 뚜렷하지 못하다.

훈련군 및 비훈련군의 제 1 차 측정치와 제 2 차 측정치 사이에는 중학생군에 별 차이를 볼 수 없으나 고등학생군에는 양군 다같이 제 2 차 측정치가 높은 경향이다.

분시체중비단위($ml/min.kg$) 탄산가스 배출량은 훈련군, 비훈련군 다같이 연령증가에 따라 감소하는 경향이이며 제 1 차 측정치와 제 2 차 측정치 사이에는 제 2 차가 훈련군 및 비훈련군 다같이 증가하고 있다. 특히 고등학생군의 11.25% 경사, 최대운동부하시 비훈련군은 제 2 차 측정치가 제 1 차 측정치보다 크다($P<0.01$).

9% 경사 주행시 고등학생군의 훈련군에서 제 1 차 측정치와 제 2 차 측정치와의 차는 제 2 차 측정치가 더 크다($P>0.09$). 9% 경사 주행시의 고등학생군의 제 2 차 측정치에서 비훈련군이 훈련군보다 탄산가스 배출량이 많다($P>0.01$)(그림 3, 4 참조).

3) 최대운동부하시 분시환기량($\dot{V}E$)

최대운동부하시(11.25% 경사, 8km/hr. 속도) 분시 환기량($l/min./m^2$)은 훈련군이 비훈련군보다 감소한다.

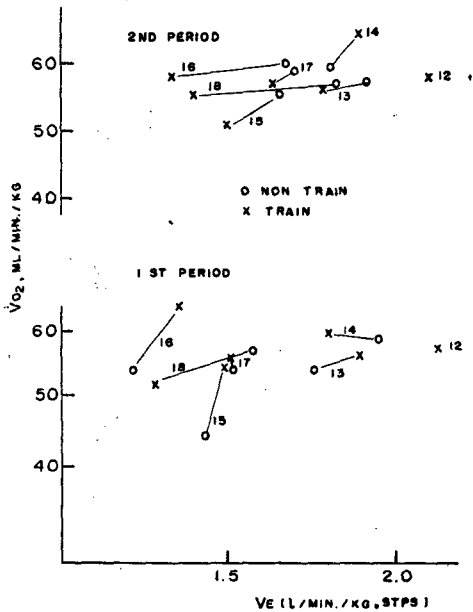


Fig. 4. Correlation between oxygen consumption and minute ventilation in training and non-training group. The age is shown in number.

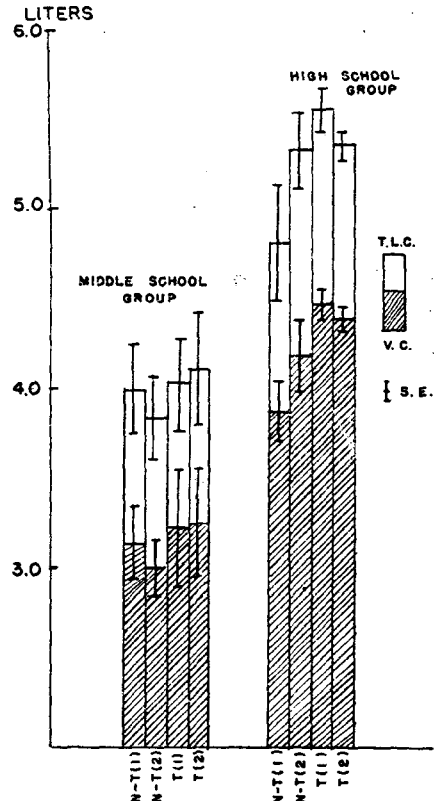


Fig. 5. Vital capacity and total lung capacity. T: Training group. N-T: Non-training group. (1)···First period. (2)···Second period.

분시환기량 자체($l/min.$)도 같은 경향이다(제 4 도 참조).

동일한 속도에 9%경사에서 관찰한 분시 환기량도 11.25%경사시와 동일한 값을 보인다.

4) 전폐용량(T.L.C.)

연령의 증가에 따라 점차 증가한다. 훈련군이 비훈련군보다 큼을 알 수 있다. 특히 고등학생군의 제 1 차 측정치는 훈련군에서 비훈련군보다 크다($P>0.07$).

제 2 차 측정치는 제 1 차 측정치 보다 고등학생훈련군과 중학생 비훈련군을 제외하고 대체로 높은 값을 보인다(표 2 및 제 5 도).

5) 폐활량(VC)

연령의 증가에 따라 점차로 증가한다. 제 1 차 측정치와 제 2 차 측정치 사이에 유의있는 변화가 없다.

훈련군이 대체로 비훈련군보다 값이 크다(표 2).

6) 표준 폐활량 백분비(% VC)

제 1 차 측정에서 고등학생 훈련군의 VC가 고등학생 비훈련군 및 중학생군보다 가장 많으며 ($P>0.04$) 제 2 차 측정에서는 중학생 훈련군의 값이 중학생 비훈련군보다 크다($P>0.08$). 제 2 차 측정의 고등학생군에서 비훈련군의 VC가 증가함을 본다(제 6 도).

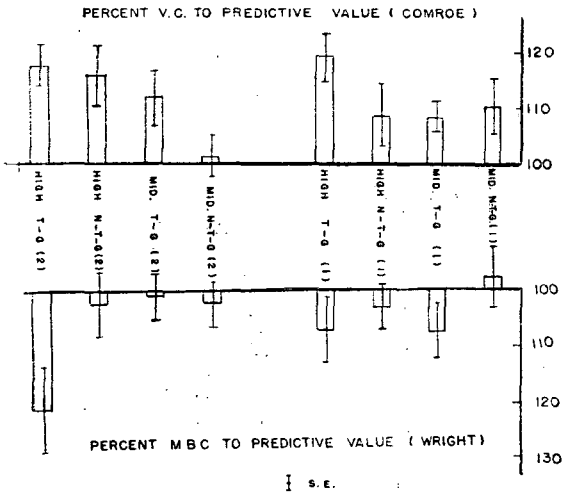


Fig. 6

7) 기능적 잔기용량(FRC)

고등학생의 기능적 잔기량은 중학생들의 그것보다 더 컸으며 동일군에서의 1차의 성적보다 2차의 성적이 더 크게 나타났으며 훈련군과 비훈련군과의 사이에는 유의있는 성적은 발견할 수 없다(표 2).

8) 최대 분시 환기량(MBC)

연령증가에 따라 점차로 증가된다. 제 1 차 측정치와 제 2 차 측정치와의 사이에 훈련군이 제 2 차에서 동일

한 연령에서 최대분시환기량의 증가함을 보이며 비훈련군에는 별 차이가 없다.

특히 고등학교군에서 그러하고 ($P>0.07$) 중학생군에서는 그렇지 않다. 그리하여 제 2 차 측정시의 고등학생군의 훈련군과 비훈련군 사이에는 훈련군이 최대 분시환기량이 더 크다($P=0.02$). 중학생군에서 제 1 차 측정치는 비훈련군과 훈련군에서 훈련군이 최대분시환기량이 크다($P>0.06$) (제 7 도).

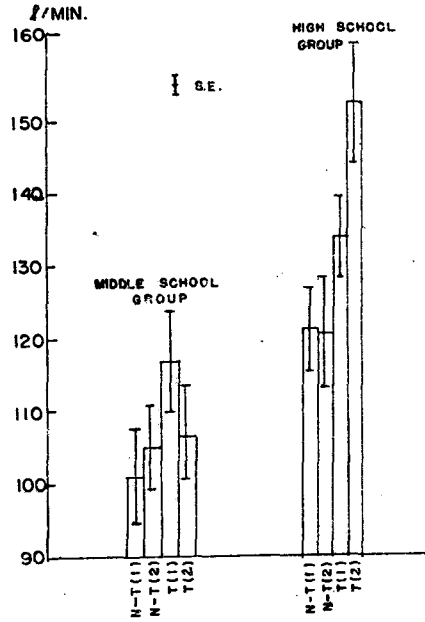


Fig. 7. Maximum breathing capacity.

T...Training group. N-T...Non-training group.
(1)...First period. (2)...Second period.

9) 표준 최대 분시환기량 백분비(% MBC)

제 1 차 측정치에 있어 중학생군에서 훈련군이 비훈련군보다 표준 최대 분시환기량 백분비가 많음을 볼 수 있다.

제 1 차 측정치와 제 2 차 측정치와의 사이에서 고등학생군의 훈련군은 제 2 차 측정값이 많아진 것을 알 수 있다($P>0.10$). 고등학생군의 제 2 차 측정치에서 훈련군은 비훈련군보다 현저히 크다($P<0.05$).

10) 분시 심박수(HR)

Treadmill 11.25% 경사, 시속 8 km 속도에서 분시 심박수는 150에서 190 사이에 있으며 분시 심박수가 180 전후에 있으므로서 최대운동부하에 도달하였음을 알 수 있다. 운동부하후부터 2분까지는 급속히 심박수는 원상태 가까이 회복되어가며 2분후부터 6분까지는 원상태로 회복되는 과정이 완만하여 좀처럼 심박수

Table 5. The change of heart rate under running exercise (Mean±S.E.)

Period	Group	Work load Min.	9% Tilt					11.25% Tilt						
			REST	RUN	0	2	4	RUN	0	2	4	6	8	10
Middle 1st period	Training n=14		87.6 ±3.06	177.5 ±2.66	134.0 ±5.70	115.4 ±4.90	106.0 ±3.90	184.5 ±2.42	135.7 ±4.35	119.8 ±3.73	113.7 ±2.36	111.5 ±3.43	107.0 ±3.34	103.3 ±3.41
	Nontraining n=14		82.4 ±4.16	181.0 ±2.05	139.0 ±5.84	118.7 ±4.38	113.0 ±5.06	182.0 ±3.84	139.0 ±4.39	126.0 ±3.21	114.4 ±4.05	109.3 ±4.11	110.0 ±4.63	108.4 ±4.63
Middle 2nd period	Training n=13		82.7 ±3.41	—	144.5 ±2.92	117.2 ±2.77	102.8 ±2.49	—	145.2 ±3.05	116.0 ±3.20	100.5 ±2.38	100.2 ±2.44	97.7 ±2.49	93.4 ±2.29
	Nontraining n=13		85.1 ±3.53	—	141.6 ±2.54	115.1 ±3.55	104.0 ±2.60	—	148.6 ±3.79	124.3 ±2.95	112.6 ±2.43	107.6 ±2.87	101.8 ±2.85	100.6 ±2.81
High 1st period	Training n=7		76.6 ±2.97	165.5 ±5.43	120.0 ±9.94	109.4 ±7.31	99.5 ±3.21	177.5 ±2.07	139.1 ±7.30	110.1 ±5.03	103.1 ±4.39	99.4 ±5.16	99.9 ±3.97	94.4 ±3.00
	Nontraining n=6		82.6 ±2.79	172.5 ±4.35	150.2 ±13.2	122.4 ±7.56	112.0 ±4.50	177.5 ±2.14	171.0 ±4.41	163.5 ±8.35	150.2 ±2.34	148.0 ±2.69	143.5 ±3.84	141.2 ±3.04
High 2nd period	Training n=6		83.3 ±2.24	—	138.3 ±9.76	107.3 ±8.56	100.0 ±6.58	—	150.6 ±8.05	124.6 ±5.91	111.3 ±4.98	100.4 ±5.42	99.3 ±6.22	95.3 ±5.47
	Non-training n=6		94.0 ±5.74	—	152.3 ±3.19	128.0 ±1.94	127.0 ±4.98	—	166.0 ±4.51	131.7 ±3.40	123.7 ±4.14	120.0 ±4.38	116.0 ±4.64	110.7 ±4.47

n: Number of cases

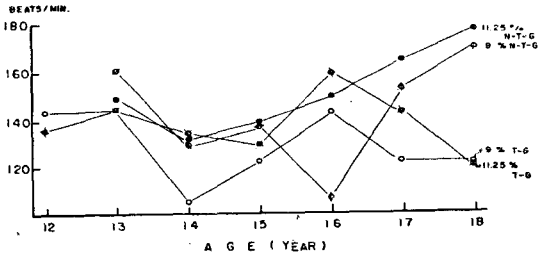


Fig. 8. Heart rate in first period.

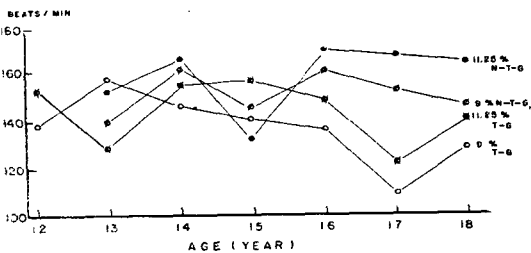


Fig. 9. Heart rate in second period.

의 감소가 이루어지지 않는다.

제 1 차 측정에서 최대운동후 고등학생의 비훈련군이 가장 높은 심박수로 지연되고 완전한 심박수의 회복상을 보인다. 반대로 고등학생의 훈련군이 가장 심박수가 적고 빠른 회복상을 보인다.

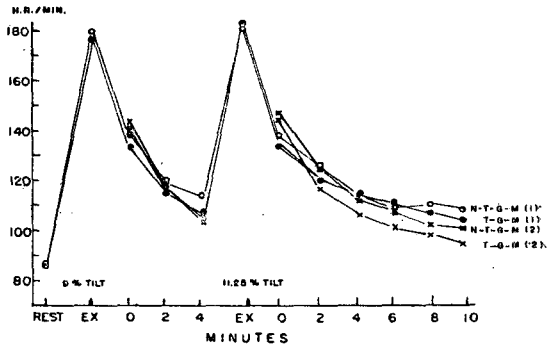


Fig. 10. The changes of the heart rate immediately after and during running exercise in the middle school boys.

제 2 차 측정에서 동일한 경향을 보이나 고등학생군에서 훈련군의 심박수 회복은 제 1 차에 비해서 빨리 회복됨을 볼 수 있다(표 5 및 8~11 도 참조).

11) 혈압(B.P.)

고등학생군의 안정시 혈압은 수축기에 115에서 130 mmHg 사이, 이완기가 65에서 75 mmHg 사이에 있었다.

Treadmill 주행후에 직후의 혈압은 이완기 혈압은 150에서 190 mmHg 사이에 와 있으며 수축기혈압은 50 mmHg 이하로 떨어져 있다.

혈압의 회복 과정은 분시심박수의 회복보다 다소 지

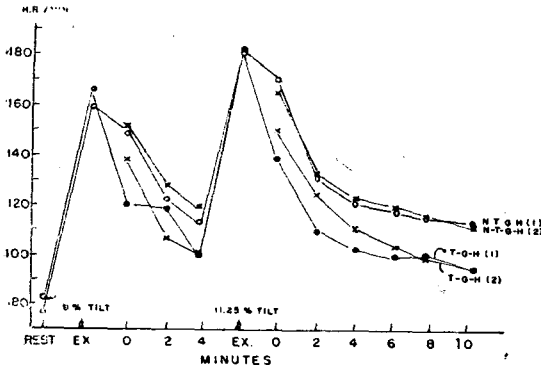


Fig. 11. The changes of heart rate immediately after and during running exercise in the high school boys.

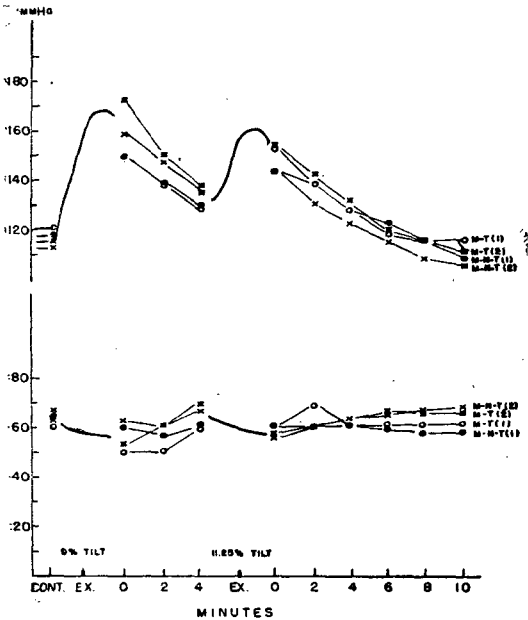


Fig. 12. Blood pressure of middle school boys in tread-mill exercise.

연되어 treadmill 주행 4분까지 급한 경사로 회복되어 가고 6분에서 8분후에 천천히 원상으로 회복되어 가는 것을 관찰하였다.

중학생군의 안정시 혈압은 수축기 혈압이 106에서 120 mmHg 사이에 있고 이완기 혈압은 60에서 69 mm Hg 사이에 있으며 treadmill 주행이 끝난 직후의 혈압은 수축기 혈압이 145에서 175 mmHg 사이에 분포되어 있고 이완기혈압은 50에서 75 mmHg 사이에 있다. 이후 수축기혈압은 treadmill 주행후 8분까지 적선적으로 감소하여 원상으로 회복된다. 이완기혈압은 대체로

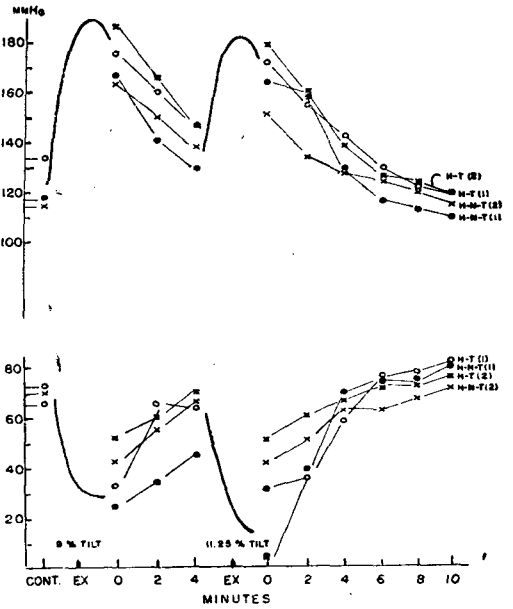


Fig. 13. Blood pressure of high school boys in tread-mill exercise.

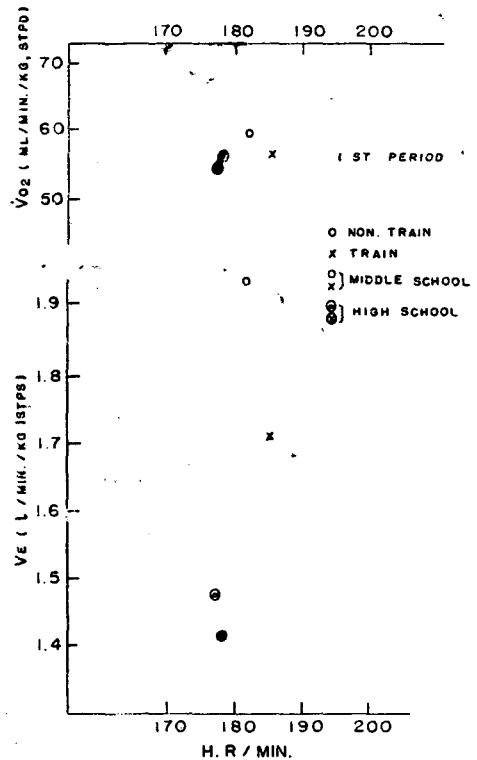


Fig. 14. Correlation among heart rate, minute ventilation and oxygen consumption.

Table 6. The change of blood pressure under running exercise (Mean±S.E.)

Group	T-M grade		T-M 9% Tilt				T-M 11.25% Tilt					
	B.P.	Min.	Rest									
				0	2	4	0	2	4	6	8	10
Mid-I Train. n=13	Syst.		118 ±3.82	151 ±5.25	139 ±4.06	127 ±2.77	152 ±5.12	138 ±2.71	127 ±2.55	118 ±2.43	115 ±2.89	116 ±2.11
	Diast.		63 ±3.44	61 ±2.34	60 ±1.85	58 ±1.60	62 ±1.35	64 ±1.88	61 ±1.11	61 ±1.09	60 ±0.80	62 ±2.40
Mid-I Nontrain. n=14	Syst.		116 ±3.65	151 ±3.37	139 ±5.02	129 ±4.99	144 ±5.04	138 ±4.42	127 ±3.30	122 ±3.83	118 ±4.17	117 ±4.54
	Diast.		64 ±2.18	60 ±5.65	58 ±2.63	62 ±1.45	60 ±2.45	60 ±3.30	60 ±2.98	59 ±2.63	57 ±1.84	58 ±2.33
Mid-II Train. n=13	Syst.		113 ±2.51	172 ±5.16	150 ±5.00	135 ±2.61	154 ±6.48	141 ±6.85	130 ±6.34	120 ±4.43	115 ±3.65	112 ±2.49
	Diast.		66 ±3.44	53 ±2.73	60 ±2.49	70 ±4.00	57 ±6.18	60 ±5.64	63 ±4.62	66 ±3.44	66 ±3.55	65 ±2.87
Mid-II Nontrain. n=14	Syst.		108 ±2.87	160 ±4.65	148 ±5.43	134 ±4.97	144 ±5.95	130 ±4.71	123 ±4.86	115 ±8.58	109 ±2.37	131 ±2.13
	Diast.		62 ±2.91	63 ±6.34	60 ±6.03	67 ±4.71	55 ±6.23	61 ±5.58	63 ±5.20	65 ±4.16	67 ±3.77	67 ±3.83
High-I Train. n=7	Syst.		134 ±6.06	175± 16.10	160 ±9.99	148 ±9.43	171 ±7.67	156 ±11.27	144 ±5.95	131 ±8.98	123 ±7.61	120 ±7.54
	Diast.		72 ±7.34	33± 10.06	66± 11.80	63 ±9.15	31 ±6.69	35 ±6.40	58 ±8.54	74 ±7.90	77 ±4.83	81 ±8.41
High-I Nontrain. n=6	Syst.		117 ±2.10	166 ±5.70	142 ±4.20	131 ±4.39	165 ±5.00 n=2	160 ±6.66 n=4	130 ±5.09 n=4	118 ±12.99 n=4	114 ±3.71 n=4	111 ±8.94
	Diast.		65 ±7.35	25± 19.24	36± 13.16	45 ±9.08	0±0 n=2	38 ±25.5 n=4	68 ±9.54 n=4	73 ±6.40 n=4	73 ±6.40 n=4	80 ±4.71
High-II Train. n=6	Syst.		114 ±4.54	188± 11.45	165± 11.58	148 ±8.67	178 ±7.69	161 ±7.16	140 ±6.57	128 ±6.57	125 ±6.07	120 ±5.73
	Diast.		71 ±1.99	53 ±6.10	60 ±2.97	70 ±6.32	51 ±5.22	60 ±0	65 ±5.48	71 ±3.35	71 ±3.35	75 ±6.10
High-II Nontrain. n=6	Syst.		115 ±3.74	163 ±6.23	151 ±7.16	138 ±7.16	151 ±8.22	135 ±6.16	129 ±4.56	126 ±3.66	121 ±1.83	116 ±2.32
	Diast.		70 ±3.71	43 ±3.66	56 ±6.72	66 ±7.82	41 ±7.16	50 ±8.00	63 ±7.82	61 ±7.18	66 ±6.72	70 ±4.00

n: Number of cases.

고등학교생군과 같은 큰 변동을 볼 수 없었다.

훈련군과 비훈련군의 제 1 차 측정혈압과 1 개월 반 후의 제 2 차 측정 혈압의 사이에는 고등학교생군에 있어서 treadmill 주행이 끝나는 직후에 볼 수 있는 이완기 혈압의 심한 혈압하강이 제 2 차 측정에 있어서 훈련군에서 혈압하강이 감소되는 경향이며 비훈련군에서도 동일한 경향이 있으나 훈련군과 같이 뚜렷하지는 못하다.

중학생군에서는 훈련군, 비훈련군 사이에는 뚜렷한 차이가 인정되지 않는다(표 6 및 제 12~14 도참조).

고 안

1) 최대 산소 섭취량(M.O.I.)

경사 9%와 11.25%의 treadmill 주행에서 각각 최대 산소 섭취량의 차가 경사도의 증가에도 불구하고 현저한 증가가 없음을 최대운동부하에 도달되었다고 보겠다.

비훈련군과 훈련군의 최대 산소 섭취량의 제 1 차 및 제 2 차에 있어 차이가 현저하지 않음은 비훈련군이라 하여도 정규 학교체육 기타 개인 체조에 의하여 상당한 수준에 도달되어 있다고 보겠다.

최대 산소 섭취량은 훈련에 의하여 커진다는 사람도 있고¹⁾ 반대로 감소한다는 사람도 있다.²⁾ 그러나 대체로 운동 효과로서 체력증가가 있을때 최대 산소 섭취량은 커진다고 한다.

$\dot{V}O_2/kg$ 는 20 세 이하의 일정하고 52 ml/min./kg 이며 따라서 체중증가에 따라 $\dot{V}O_2$ 는 증가한다. 그러나 노인에서는 30% 감소한다.

체중비 최대 산소 섭취량은 8 세부터 성인 25 세까지는 일정해지며 30 세부터 감소 해지며 60 세부터는 65~70%로 줄어든다. 8 세부터 25 세까지의 값은 56~59 ml/kg/min. 으로 보고 있다.³⁻⁵⁾

南과 그 공동연구자는 체중에 의한 최대 산소섭취량의 계산식을 보고한 일이 있다. 즉 maximum $\dot{V}O_2 = 0.0450 \times \text{체중(kg)} - 0.03$ 의 식이다.

林⁷⁾과 그 공동연구자는 남자 8~12 세에서 최대 산소 섭취량이 2.03~1.5 l/min., 최대 비체중 산소 섭취

량은 52~47 ml/min./kg 사이이다.

12 세의 한국 어린이 마라톤 선수는 63.0~73.2 ml/min./kg 이다.

Astrand⁸⁾의 treadmill 최대 운동부하 6 분 후의 남자 12~13 세의 $\dot{V}O_2$ 는 평균 56.5, 범위 53.0~61.9 ml/min./kg 이며 14~15 세는 평균 59.5, 범위 54.8~63.7 ml/min./kg 이어서 다소 본 연구보다 높은 성적을 보아 treadmill 주행 시간이 길고 체중평균이 전자는 12~13 세의 평균체중이 43.6 kg, 후자는 59.5 kg 이어서 본 연구의 중학생군은 평균 38.6~40.3 kg에 비하여 차가 있으므로 동일하게 비교할 수는 없다.

심박수와 \dot{V}_E 및 $\dot{V}O_2$ 와의 상관 관계는 동일한 분시 심박수하에서 중학생군이 고등학생군보다 많고 훈련군은 비훈련군보다 동일한 분시 심박수하에서 \dot{V}_E 가 적다.

즉 \dot{V}_E 가 적어도 필요한 산소 소모량을 공급할 수 있다고 추측된다.

Table 7. Respiratory exchange ratio (R), ventilatory equivalent, index of MOI to resting O₂ consumption and oxygen pulse under running exercise (9% tilt)

Vent. measure		R	Ventilatory equivalent	MOI / Rest O ₂	O ₂ pulse
Group					
Mid.- I	Train. n=12	1.08	2.96	10.0	13.0
Mid.- I	Non-train. n=13	1.05	3.20	8.7	10.1
Mid.- II	Train. n=13	0.97	2.71	7.8	
Mid.- II	Non-train. n=13	1.08	2.96	9.0	
High- I	Train. n=5	0.95	2.47	10.1	13.3
High- I	Non-train. n=7	1.04	2.71	8.2	13.6
High- II	Train. n=6	1.01	2.53	12.6	
High- II	Non-train. n=6	1.10	2.78	13.4	

n: Number of cases

Table 8. Respiratory exchange ratio (R), ventilatory equivalent, index of MOI to resting O₂ consumption and oxygen pulse under running exercise (11.25% tilt)

Vent. measure.		R	Ventilatory equivalent	MOI / Rest O ₂	O ₂ pulse
Group					
Mid.- I	Train. n=12	1.04	3.09	12.8	13.5
Mid.- I	Non-train. n=13	1.05	3.30	11.5	11.1
Mid.- II	Train. n=13	1.00	3.04	9.8	
Mid.- II	Non-train. n=13	1.04	3.30	10.0	
High- I	Train. n=5	0.98	2.68	12.8	15.6
High- I	Non-train. n=7	0.99	2.71	13.3	19.1
High- II	Train. n=6	1.03	2.63	13.7	
High- II	Non-train. n=6	1.08	2.70	14.7	

n: Number of cases

또한 \dot{V}_{O_2} 와 분시심박수의 관계는 뚜렷한 차이의 유의성을 볼 수 없다.

\dot{V}_E 와 \dot{V}_{O_2} 의 양자간의 최대운동부하시의 상관 관계는 훈련군은 비훈련군에 비해서 \dot{V}_E 가 별로 증가하지 않아도 \dot{V}_{O_2} 는 크다. 즉 훈련군은 비훈련군에 비하여 산소 이용도가 좋다. 즉 산소 섭취율이 훈련군이 더 크다.

비훈련군에서 대체로 연령이 클수록 \dot{V}_{O_2}/\dot{V}_E (oxygen cost)가 큰 것을 볼 수 있다.

차⁸⁾과 그의 공동연구자의 보고에 의하면 최대 산소 섭취량이 12~17 세 한국 어린이의 값이 51~55 ml/min./kg 로서 본 연구의 55~59 ml/min./kg 보고 보다 대체로 낮은 편이다.

Åstrand⁹⁾의 보고와 비슷하다.

柳¹⁰⁾와 공동연구자는 12 세에서 산소 섭취량이 55±2.6 ml/min./kg, 17 세에서 51.0±2.0 ml/min./kg 의 최대 운동부하시의 값을 보여주고 있다.

이는 상술한 바와같이 본 연구 보고의 55~59 ml/min./kg 보다 낮은 것이다(제 4 및 14 도 참조).

2) 최대운동부하시 탄산가스 배출량(\dot{V}_{CO_2})

중학생군과 고등학생군에서 분시 탄산가스 배출량은 중학생군은 뚜렷한 변화가 없으나 고등학생에서 최대 운동부하시 훈련군의 탄산가스 배출량을 제하고는 대체로 제 1 차 측정치보다 제 2 차 측정치가 많으며 훈련군보다 비훈련군이 많다.

운동중의 R(respiratory exchange ratio) 값은 운동부하가 클수록 커진다(표 7 및 8 참조). 다시 말하면 산소 소모량이 적어지든지 탄산가스 배출이 많아지는 두가지 요인이 있을 것이다. 위의 탄산가스 배출량의 증가는 R 값의 증가를 추측케 한다. 宋¹¹⁾과 그의 공동연구자는 중학생에서 운동중 R 가 0.81~1.02 임을 보고했다.

3) V_E , M.O.I. (\dot{V}_{O_2}) 및 \dot{V}_{CO_2} 의 각 평균과 표준오차(SE) 사이의 t 검사에서 11.25%경사는 전부 $t > 5$ 이며 $P < 0.01$ 이다.

9% 경사에서도 동일하며 단지 제 1 차 측정치에서 고등학생 운동군에서 \dot{V}_E 의 t 값이 1.0이며 P 가 0.35 이었으며 나머지는 모두 통계적으로 오차가 적은 평균 값을 보인다. 즉 표준 오차가 적으므로 \dot{V}_E , M.O.I. (\dot{V}_{O_2}) 및 \dot{V}_{CO_2} 의 값이 대표치로서 의의가 있음을 알 수 있다.

4) 전폐용량 (T.L.C.)

연령 증가에 따라 증가하며 중학생군과 고등학생군에 차가 많다. 대조치인 제 1 차 측정치에서 훈련군은 전폐용량이 많으며 훈련에 의한 제 2 차 측정치의 변화

는 뚜렷하지 않다.

5) 폐활량(V.C.)

Åstrand⁹⁾의 보고를 보면 12~13 세 신장 평균 154.4, 범위 139~169 cm, 체중 평균 43, 범위 31.8~60.6 kg 에서 폐활량이 평균 3.22 l, 범위 2.52~4.33 l 이다.

구미인의 신장은 연령에 비하여 크므로 우리나라 어린이와 동일한 연령으로 비교하기는 곤란하다.

6) 표준폐활량 백분비(% V.C.)

Comroe¹²⁾의 식을 이용했다. 즉 신장이 123~148 cm 에 있는 학생에 대해서는 $VC = (40 \times \text{신장}) - 3330$ 의 식에 대입하고 신장이 153~173 cm 에 해당되는 학생에게는 $VC = (63 \times \text{신장}) - 6730$ 식에 의하여서 각각 표준 폐활량을 계산하고 실제 폐활량의 이것에 대한 100 분비를 낸 것이다.

7) MBC;

구미인의 보고¹³⁾는 12 세에서 평균 109 l 이며 범위는 75~143 l 이며 13 세군은 최대 분시환기량이 평균 117, 범위 67~167 l 이며 14 세군은 평균 117, 범위 68~166 l 이다. 체표면적으로 보면 1.3~1.39 m²일때 평균 84, 범위 62~106 l 이다.

본 연구의 중학생군의 체표면적이 1.27~1.31 m² 이며 최대 분시환기량이 98~108 ml 이므로 거의 비슷한 값을 보인다고 하겠다.

Åstrand⁹⁾의 보고에서 12~13 세군 평균 신장 154.4 cm, 평균 체중 43.6 kg 에서 MBC 가 평균 75.2, 범위 58.1~105 l/min., 14~15 세 평균 신장 171 cm, 체중 59.5 kg 에서 MBC 가 평균 112.9, 범위 84.5~140.3 ml/min. 이다.

최대 분시환기량은 고연령에 가던 차츰 감소해진다¹⁴⁾ 한국인 어린이 마라톤선수의 값⁷⁾은 본 연구의 성질과 비슷하다.

8) % MBC:

표준 분시환기량의 계산은 다음 수식에 의하였다.¹⁵⁾
[86.5 - (0.522 × 연령)] × 체표면적 (m²)
체표면적은 Du Bois 의 체중 kg^{0.425} × 신장 cm^{0.725} × 71.84 에 의하여 계산했다.

南과 그의 공동연구자^{6,16)}는 21 세 남자 8 km/hr 7% 경사에서 treadmill 검사시 13.4 ± 2.16 (S.D.) ml/beat 를 보고했으며 본 연구의 값도 여기에 준한다.

9) 분시 심박수 :

제 1 차 및 제 2 차 그리고 훈련군과 비훈련군 사이에, 특기할만한 차이를 찾지 못하였으며 다만 양군 다같이 treadmill 주행후 회복 과정의 소요시간 경과가 일정하였다.

심박수의 운동부하중 및 부하후의 지구력 및 심장기능의 평가 기준은 심박수가 증가하지 않고 일정하며 변화 범위가 적을수록 양호하다고 한다^{18,19)}.

최대 운동부하시의 분시 심박수는 12세부터 감소하기 시작한다⁴⁾.

20세에서 60세까지 천천히 최대 운동부하시의 분시 심박수는 점차 감소한다.

심박수의 운동부하후 회복과정²⁰⁾은 대체로 운동부하 직후 30초 이내에 급히 원상으로 즉 안정시 분시 심박수 값으로 회복되어가는 경향이 있고 이것은 분시 환기량의 회복 과정과도 동일한 경향이 있다. 본 연구에서도 이와 같은 양상을 보인다.

10) 혈 압 :

제 1차와 제 2차 및 훈련군과 비훈련군 사이에 특기할만한 차이를 발견하지 못하였고 다만 treadmill 주행 후 회복 과정에서 소요시간의 경과가 모두 일정하였다.

확장기 혈압은 운동에 의해서 상승하기도 하나 본 성적에서는 대체로 하강하는 경향이 있다.

11) Treadmill 최대 운동부하량은 약 1,500~2,000 kg·m/min.이며 427 kg·m는 1 Kcal에 해당되며 1 l의 산소가 체내에서 소모될때는 RQ 0.8시에 4.875 Kcal를 발생하며 이것을 운동량으로서는 4.875×427 kg·m의 일이 된다. 그러나 효율(efficiency)이 100%보다 적을때는 효율이 예를 들어 10%이면 여기에 1/10을 곱하여야 한다.

최대 운동부하량은 1,500 kg/min.으로 하면 분시 최대산소소모량이 평균 79, 범위 71~96 ml/min./kg 및 분시 심박수는 평균 107, 범위 148~188였다는 보고가 있다.⁸⁾

제 7표에서 보이는 바 같이 ventilatory equivalent는 비훈련군이 훈련군보다 더 큰 수치를 보이고 있으며 연령이 증가할수록 ventilatory equivalent는 감소하고 있다.

반대로 O₂ pulse는 연령이 증가할수록 증가함을 볼 수 있어 최대운동부하시 맥박은 180전후로써 별 변동이 없지만 O₂소모율은 중학생군보다 고등학생군에서 더 커짐을 알 수 있다.

결 론

1. 훈련군의 운동 방법은 비교적 전신 운동이며 보편적인 운동종목으로서 1일 1시간 이상 매일당 1개 운동 종목을 계속 훈련반도록 하고 1개월이상 계속시켰으며 운동 종목은 야구, 보디볼, 태권도, 핸드볼이며 심폐기능 검사를 위하여 중학교 1, 2, 3학년과 고

등학생 1,2학년 학생중 각학년별 4명씩을 2학년중 신장과 체중이 중간치에 있는 학생을 택하고 대조 비훈련군은 정규학교 체육만을 받고 별도로 운동을 시키지 않은 학생중 역시 신장과 체중이 중간치에 있는 학생을 골라서 심폐기능 검사를 했다.

2. 운동부하방법은 treadmill 속도 8 km/hr.에 분시 심박수 180 전후로서 최대 운동부하량에서 5분 주행하여 측정하였다. 경사도는 11.25%, 운동부하량은 1,500에서 2,000 kg·m/min. 내외이다.

3. 중 고등학생을 대상으로 하여 성장기 한국인 남녀의 기초체력 향상에 관한 연구로서 중학생군 및 고등학생군의 treadmill에 의한 심폐기능 검사를 통한 훈련군과 비훈련군 대조군 사이에 다음과 같은 실험 성적을 얻었다.

중학생군 및 고등학생군에서 다같이 훈련군은 비훈련군 대조군에 비하여 심폐기능이 다소 증가되어 있다

4. 비훈련군과 훈련군의 심폐기능 검사에서 연령별 차이는 뚜렷하나 훈련군 및 비훈련군의 차이가 그다지 뚜렷하지 못함은 약 1개월의 짧은 훈련기간과 훈련군의 운동 종목이 비교적 운동부하량이 적은데서 오는 결과라고 생각되며 아울러 중학생군 및 고등학생군은 비교적 성인에 비하여 비훈련군이라고 하여도 학교에서의 정규학교 체육과 개인의 운동량이 훈련군과 별 차이가 없는데서 유래된다고 보겠다.

5. 따라서 중학생 및 고등학생의 심폐기능의 향상을 위하여서는 보다 더 큰 운동부하량의 증가와 적절한 영양 보충과 학교체육의 보다 나은 지도가 요망된다.

6. 본 연구는 운동효과 판정의 지표로써 간주할 수 있었으며 학교체육의 지도 육성방법의 평가 지표로써 이용된다고 생각 되었다.

7. 분시환기량의 증가와 산소 소비량의 상관 효율성을 평가함으로써 호흡기제학의 본태를 연구할 수 있는 방안이라 사료 되었다.

8. 비훈련군의 운동 정도는 미흡하진 않았고 영양상태 및 개인의 환경상이점등을 고려 한다면 학교에서의 특수 집체 운동이나 훈련을 강조함에는 재고할 필요를 느낀다.

(본 연구에 적극적으로 협조해 주신 대구시 영남중 고등학교의 鄭潤 교장선생님 및 열성적으로 일을 도운 崔瓊淑 선생, 金判均씨, 金鍾基 선생, 張德淑양들에게 깊은 감사말 드리는 바이다.)

REFERENCES

- 1) Hermansen, L. and K.L. Anderson: *Aerobic work*

- capacity on young Norwegian men and women. J. Appl. Physiol.* 20:425, 1965.
- 2) Consolazio, C.E., R.A. Nelson, L.R.O., Matouch, J.E. Hanson: *Energy metabolism at high altitude, (3,475m). J. Appl. Physiol.* 21:1732, 1966.
- 3) Asmussen, E.: *Muscular exercise. Handbook of Physiology, Washington D.C. American Physiol. Society, 1965 Sec. 3, Vol. II, p.36.*
- 4) Robinson, S.: *Experimental studies of physical fitness in relation to age. Arbeitsphysiologie.* 10: 251, 1938.
- 5) Rowell, L.B., H.L. Taylor and Y. Wang: *Limitations to prediction of maximal oxygen intake, J. Appl. Physiol.* 19:919, 1964.
- 6) 任昇宰, 南基鏞: 男子의 最大 酸素 섭취량과 身體 구성 성분사이의 關係, 스포츠 科學 研究 報告書, 2:89, 1965.
- 7) 朴海根, 白光世, 柳明子, 朴喆斌: 韓國 어린이 마라톤 선수의 體力에 關한 研究, 스포츠 科學 研究 報告書, 4:149, 1967.
- 8) Åstrand, P.O.: *Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age. Copenhagen; Ejnar Munksgaard, 1952.*
- 9) 朴海根, 白光世, 柳明子, 閔孝山, 丁太燮, 吳尙伯, 林美子, 洪哲基: 韓國 어린이 및 靑少年의 體力에 關한
- 10) 柳明子, 白光世, 洪豐基, 朴海根, 洪礎基: 韓國 마라톤 선수의 體力, 스포츠 科學 研究 報告書, 5:77, 1968.
- 11) 宋世勳, 洪性一, 洪哲基, 洪礎基: 階段的 訓練法에 依한 訓練效果의 評價, 스포츠 科學 研究 報告書 4:127, 1967.
- 12) Comroe, J.H., R.E. Forster, A.B. Dubois, W.A. Briscoe and E. Carlsen: *The Lung, 2nd ed., Chicago, Year Book Med. Pub. Inc., 1968, p.327.*
- 13) Dittmer, D.S., and R.M. Gerbe: *Handbook of Respiration, WADC, USAF, Dayton, 1958, p.130 and 145.*
- 14) 任百仁: 韓國人의 肺活量 및 最大 換氣量에 關한 研究, 스포츠 科學 研究 報告書, 2:53, 1965.
- 15) Wright, G.W.: *Methods in Medical Research. 2:212, Chicago, The Year Book, Publishers, Inc., 1950.*
- 16) 崔圭玆, 南基鏞: 最大荷運動의 生理的 分析, 스포츠 科學 研究 報告書, 4:61, 1967.
- 17) 朴喆斌, 洪礎基: 運動선수의 心肺機能 및 運動代謝, 대한 의학 협회지, 7:911, 1964.
- 18) Le Blanc, J.A.: *Use of heart rate as an index of work output. J. Appl. Physiol.* 10:275, 1957.
- 19) Tuttle, N., and Horvath, S.M.: *Comparison of effects of static and dynamic work on blood pressure and heart rate. J. Appl. Physiol.* 10: 294, 1957.
- 20) Dejours, P.: *Control of respiration in muscular exercise. Handbook of Physiology, Washington D.C. American Physiol. Society, Sec. 3, Vol. 1, 1964, p.631.*