

줄넘기 운동 훈련이 심폐기능 향진에 미치는 효과

서울대학교 의과대학 생리학교실

황 상 익

=Abstract=

Effect of Rope-skipping Exercise on the Enhancement of Cardiopulmonary Function

Sang Ik Hwang

Department of Physiology, College of Medicine, Seoul National University

In an attempt to observe the [effects obtained by the regular physical training, nine soldiers performed regularly the rope-skipping for nine weeks. All subjects were healthy and did not experience any special military training programs. During the course of the training, their cardiopulmonary functions were measured in the resting and the post-exercise recovery periods, and the values were compared with ones of the pre-trained. The test exercises loaded to the subjects were rope-skipping and step-rising & falling.

The results obtained were as follows:

- 1) By the training, heart rates decreased very significantly in the resting and post-exercise recovery periods. And the effects began to bring out at the early stage, about the 7th day.
- 2) As the duration of the training increased, the systolic blood pressures decreased meaningfully in the resting and recovery periods.
- 3) Only in the early recovery phase after the exercise of the rope-skipping, the respiration rates decreased significantly by the training.
- 4) The lighter the intensity of the test exercise loaded was, the more prominent the effect of the physical training on the cardiopulmonary functions was.

The above results suggest that the 9 week training of the rope-skipping would bring about the enhancement of the cardiopulmonary functions.

서 론

신체 운동을 하는 동안에는 체내의 대사가 전반적으로 향진되며, 이를 뒷받침하기 위해 심장혈관계, 호흡계, 내분비계의 활동이 활발해지는 생리적 조절이 일어난다(Astrand와 Rodahl, 1977). 우선 순환계의 변화를 보면 심장박동수(Petro 등, 1970)와 일박동량(stroke volume)(Poliner 등, 1980; Rowell, 1974)이 모두 늘어나 심장박출량이 증가하고 동맥혈압도 상승

한다(Clausen, 1977; Ludbrook, 1983). 혈관의 저항은 수축을 하는 근육의 혈관에서는 감소하고(Scott, 1970) 다른 장기의 혈관저항은 대개 증가하게 된다(Smith, 1974). 신체내 대사에 필요한 산소를 많이 섭취하고 대사의 결과로 생긴 이산화탄소를 배출하기 위해 호흡도 왕성해진다. 즉 일회 호흡용적(tidal volume)과 호흡회수(respiration rate)가 늘어나 일분 호흡용적(minute volume)이 커지게 된다(Shephard, 1982). 운동은 일종의 스트레스로 부신피질의 카테콜아민과 부신피질 호르몬의 분비가 증가하게 되어 탄수화물, 지방의 동원과 이용이 늘어나게 된다(Falls, 1968). 이러한 각 기관계의 활동 증진은 대개의 경우 운동의 심

* 이 연구는 1986년도 서울대학교병원 임상연구보조로 이루어진 것임.

한 정도에 비해하게 된다(Astrand 와 Rodahl, 1977). 운동이 끝나면 이들 항진된 기능이 다시 원래의 안정 상태로 되돌아 가는데 그 과정을 회복(recovery)이라 한다. 회복되는 속도나 회복에 필요한 시간은 운동의 심한 정도에 따라 결정되며 또한 운동자의 체력 단련

정도에 의해서도 영향을 받는다(Fox, 1979).

일정량 이상의 운동을 규칙적으로 반복하면 체내의 여러 생리적 기능의 변화를 가져오는데 이러한 현상을 적응(adaptation) 또는 신체 단련 효과(training effect)라 한다. 적응은 신체 전반에 걸쳐 일어나는데

Table 1. Physical characteristics of subjects

Age (yr)	Military career (mo)	Height (cm)	Body weight (kg)	Body surface area (m ²)	Total body fat (% wt)	No of subjects
22.2	10.6	170.0	65.8	1.76	17.2	9
0.6	3.3	7.1	5.6	0.15	4.2	

mean±SD

Table 2. Changes of cardiopulmonary parameters during recovery period from rope-skipping exercise <2-1> Heart rate, /min

Day	Rest	Recovery period, min							Score
		0	1	2	3	5	10	20	
0	57.6	154.8**	110.3**	101.4**	92.9**	86.4**	81.6**	76.4**	98.5
	4.5	13.9	12.5	9.1	7.2	6.5	5.4	6.1	5.1
7	57.5	145.4**	101.8**	90.0***	86.4**	82.0**	78.6**	73.3**	107.8**
	4.0	7.8	10.4	9.0	6.9	5.1	4.8	5.6	6.8
14	57.4	139.9***	95.9***	86.8***	82.6***	80.7**	78.3**	72.8**	113.1**
	4.4	12.0	12.1	10.6	9.7	7.0	5.8	3.0	4.2
21	56.9	133.8****	92.1****	81.2****	79.3****	75.7****	73.4****	69.3****	118.7**
	5.1	14.3	13.2	10.4	9.0	8.7	7.6	6.8	4.8
28	55.7	132.9****	89.7****	78.9****	76.1****	74.8****	71.6****	67.7****	122.6**
	4.9	12.4	11.8	11.0	9.1	6.9	6.7	4.4	5.1
35	56.1	132.4****	89.8****	78.3****	75.4****	74.6****	71.9****	67.6****	123.2**
	5.2	14.1	15.3	13.2	12.0	10.1	8.5	6.3	3.9
42	55.4	130.3****	81.3****	75.0****	70.4****	69.8****	67.8****	62.8****	132.3**
	5.1	13.5	12.4	9.8	8.5	7.1	5.0	2.9	4.2
49	54.2	126.6****	77.2****	67.7****	67.8****	67.3****	65.6****	62.2****	141.0**
	4.0	11.6	7.5	7.5	6.5	6.5	6.2	6.9	5.1
56	53.8	123.7****	75.9****	65.2****	64.7****	63.9****	61.9****	60.4****	145.8**
	4.4	10.8	6.8	6.9	4.2	7.1	7.3	6.8	4.8
63	52.9*	121.9****	74.2****	64.9****	64.3****	63.8****	60.9****	59.9****	147.5**
	3.0	12.4	7.1	8.4	4.2	8.1	5.5	7.4	4.3

mean±SD

significantly different from the resting value: *p<0.05, **p<0.01

significantly different from the value of the pretrained: *p<0.05, **p<0.01

significantly different from the 35th day value: *p<0.05, **p<0.01

day: the day from the beginning of the training

exercise: rope skipping at 150 times per min for 5 min

score: exercise duration(sec)×100/(1st min HR+2nd min HR+3rd min HR)

특히 순환계, 호흡계, 대사계, 신경계에서 뚜렷하다 (Stegmann, 1981). 적응이 일어나게 되면 안정 상태의 기능에 변화가 생기며 같은 정도의 운동을 부하했을 때의 반응도 변화하며 수행할 수 있는 최대운동량도 향진된다(Stegmann, 1981). 이러한 신체 단련 효과는 운동선수군 등 단련을 받은 집단과 일반인 집단 사이의 비교(cross-sectional study)나, 어떤 집단에 일정한 기간 동안 일정한 양의 운동을 정기적으로 부하한 후 일어나는 변화를 관찰하는 방법으로(longitudinal study) 연구한다(Åstrand와 Rodahl, 1977). 앞의 방법을 통한 연구는 단련 이외에 체격, 소질 등 집단에 내재된 차이를 배제하기 어려우므로 신체 단련 효과 자체만을 알아보기 위해서는 후자의 방법이 더욱 타당한 것으로 생각되나 그 연구가 많지는 못한 형편이다. 후자의 방법을 사용한 연구에서도 음식물 섭취와 생활 습관에 따른 개체간 또는 개체내의 차이가 예견되므로 연구 대상 집단의 식이와 생활 습관을 일정하게 조정할 필요가 있다(Falls, 1968).

저자는 특수한 시설이나 장비가 없어도 간단히 수행할 수 있는 줄넘기 운동이 주는 신체 단련 효과에 관한 지견을 얻기 위해 연구를 시행하였다. 신체상 질환이 없고 특수한 훈련을 받은 경력이 없는 국군 사병에게 9주 동안 규칙적으로 줄넘기 운동을 시키며 안정시, 운동시 및 회복기의 심폐기능 변화를 측정, 단련 기간 동안의 값을 비교하여 유의한 변화를 발견하였기에 그 결과를 본 논문에 보고하는 것이다.

실 험 방 법

1) 신체 단련

군 경력 6~15개월의 사병 9명(표 1)에게 9주 동안 토요일 오후와 공휴일은 제외하고 매일 오전, 오후 각 1회씩 신체 단련 운동을 실시하였다. 첫 5주 동안은 매 회당 5분씩, 나중 4주 동안은 8분씩 분당 150회전의 빈도로 줄넘기 운동을 시행하였다. 단련 기간 동안 그

<2-2> Systolic blood pressure, mmHg

Day	Rest	Recovery period, min					
		0	1	3	5	10	20
0	122.6	154.7**	148.3**	138.2*	129.1	124.7	123.2
	9.1	16.5	15.4	17.1	15.4	12.1	11.8
7	120.3	149.6**	143.3**	133.1	124.1	122.9	121.2
	13.6	18.3	14.3	18.6	17.6	15.1	10.7
14	121.2	147.2**	140.8**	130.4	121.1	115.4	117.4
	13.5	15.8	14.5	10.9	10.1	12.1	12.1
21	120.4	143.1**	137.9*	126.6	120.6	118.4	118.8
	9.7	18.7	15.2	13.2	12.2	11.9	11.9
28	119.9	135.1*	130.7	123.2	116.6	114.9	115.7
	15.5	21.7	21.5	16.6	12.7	8.7	8.0
35	117.8	136.1***	129.8*	118.3*	117.3	115.1	116.2
	6.8	11.9	16.4	14.3	9.8	8.0	8.9
42	117.1	135.6***	128.2***	117.7**	116.6	115.2	115.9
	10.3	13.2	8.1	11.9	9.1	9.4	9.6
49	115.3	135.4***	130.1**	118.2**	114.4*	114.1	115.4
	7.7	15.5	16.9	10.8	12.0	12.1	12.7
56	114.4	132.3***	128.0**	116.3**	113.4*	114.8	115.2
	8.2	12.5	15.1	11.4	10.9	11.0	10.3
63	114.1	131.9***	126.8***	114.9**	113.9*	114.6	115.4
	8.5	13.1	12.4	9.8	11.4	10.4	9.9

<2-3> Respiration rate, /min

Day	Rest	Recovery period, min				
		1	3	5	10	20
0	15.2	26.9**	24.1**	21.4**	19.0	17.3
	3.1	2.7	3.1	3.4	4.9	3.1
7	15.3	26.4**	23.9**	21.1**	18.6	17.1
	3.4	2.8	2.9	3.9	3.2	2.8
14	15.2	26.1**	23.7**	21.2**	18.6	16.9
	2.6	2.6	3.4	3.5	4.4	2.5
21	15.1	25.6**	22.4**	20.6**	17.9*	16.3
	2.5	2.3	3.1	2.9	2.5	2.7
28	15.1	26.7**	22.1**	20.1**	18.0*	16.6
	2.4	1.7	3.1	3.0	3.2	3.4
35	15.2	25.9**	22.4**	20.3**	17.8	16.4
	3.8	2.6	3.5	3.4	4.4	5.0
42	15.0	25.1**	21.5*	19.9	17.4	16.1
	3.9	5.9	5.6	5.7	4.8	4.2
49	15.1	24.2**	20.7*	19.1*	17.2	15.6
	3.4	4.1	4.7	4.5	4.1	2.7
56	15.2	23.7**	20.8**	19.3*	17.3	15.8
	3.6	4.0	3.9	4.2	3.9	2.7
63	15.1	23.2**	20.2**	18.9	17.1	15.4
	3.1	4.0	4.2	5.1	3.8	3.3

밖의 신체적 훈련은 가능한 한 제한하였다.

였다.

2) 단련 효과 측정—안정시, 운동시 및 운동후 회복기의 심폐기능

(1) 줄넘기(rope skipping): 분당 150회전씩 5분 동안 줄넘기 운동을 하고 운동 직후부터 회복기 20분까지 심장박동수, 수축기 동맥혈압, 호흡회수를 측정하여 신체단련 기간 중의 값들을 비교하였다.

(2) 계단운동(step test): 40 cm, 45 cm 높이의 계단을 분당 30회씩 오르내리는 운동을 5분간 한 후 회복기 10분까지 심박수, 수축기혈압, 호흡회수를 측정하였다.

(3) 심장박동수는 요골동맥 측정법으로 측정하였고 동맥혈압은 자동전자식 혈압기(Digital Sphygmomanometer, UA-271, Copal제)나 수동식 수은혈압기로 측정하였으며 호흡회수는 목측하였다. 모든 측정을 하기 전에 20분 내지 60분간 누운체로 휴식을 취하고 안정상태의 값을 구한 후 운동을 실시하였다.

모든 실험성적의 통계적 유의성은 t-검사로 검정하

실 험 성 적

1) 안정시의 심폐기능

(1) 안정시의 심장박동수(표 2~4의 각 1): 안정상태에서의 심박수는 단련전 57.6~57.8회이었는데 신체 단련을 쌓아가면서 점차 감소하여 9주간의 단련후에는 52.9~53.3회로 약 10% 감소하였는데 통계적으로 유의하였다.

(2) 안정시의 수축기 동맥혈압(표 2~4의 각 2): 안정상태에서의 수축기혈압은 단련전 122.6~123.5mm Hg 이었는데 신체 단련으로 점차 감소하여 9주후에는 114.1~114.6 mmHg 로 거의 뚜렷이 감소하였다.

(3) 안정시의 호흡회수(표 2~4의 각 3): 안정시의 호흡수는 단련전 15.2~15.9회, 단련후 15.1~15.7회로 단련에 따르는 변화가 거의 없었다.

2) 줄넘기 운동후 회복기의 심폐기능(표 2)

(1) 심장박동수(표 2-1): 줄넘기 운동후 회복기에

—황상익 : 줄넘기 운동 훈련이 심폐기능 향진에 미치는 효과—

Table 3. Changes of cardiopulmonary parameters during recovery period from 40 cm-step exercise
<3-1> Heart rate, /min

Day	Rest	Recovery period, min						Score
		0	1	2	3	5	10	
0	57.8	162.8	122.1	109.8	102.4	97.2	92.7	89.7
	4.2	10.1	8.1	7.6	5.3	5.4	4.8	7.1
18	57.1	144.7**	106.0**	95.0**	90.3**	86.9**	81.1**	103.0**
	3.3	8.4	7.0	4.8	4.4	4.8	4.6	5.5
32	55.8	140.3**	96.7**	85.4**	84.4**	81.6**	78.4**	112.6**
	4.9	9.1	7.8	6.9	7.8	6.0	5.6	8.8
46	54.9	131.3**	92.1**	78.0**	76.1**	73.8**	71.5**	121.8**
	4.7	9.5	7.9	7.5	4.6	5.0	2.7	7.1
63	53.1	130.7**	88.9**	77.6**	76.0**	73.4**	70.4**	123.7**
	4.5	8.9	7.9	7.1	6.2	5.8	5.2	6.9

exercise: 40cm-step exercise at 30 times per min for 5 min

<3-2> Systolic blood pressure, mmHg

Day	Rest	Recovery period, min				
		0	1	3	5	10
0	123.5	177.4**	170.6**	160.9**	147.7**	136.1**
	7.5	12.5	13.1	11.5	10.6	10.3
18	121.4	171.2**	162.2**	149.8***	137.1***	128.8
	8.5	11.9	11.3	10.4	10.5	9.7
32	119.3	163.7***	154.3***	141.3***	133.8***	123.0**
	6.9	10.9	10.4	11.4	11.1	8.4
46	116.8	154.2***	142.9***	126.7**	119.2**	115.3**
	7.6	11.1	11.6	12.1	9.8	8.7
63	114.6*	150.6***	139.2***	123.9**	117.9**	114.8**
	9.4	10.2	11.8	10.8	9.9	8.2

심박수가 안정시의 값으로 돌아오는 속도는 단련에 따라 빨라졌다. 단련 1주일후부터 효과가 나타났으며 회복기 1~3분에 가장 뚜렷하였다. 단련 5주경에는 효과의 포화현상이 나타났는데 운동시간을 늘리자 다시 심박수 감소 효과가 나타나 단련 9주에 가장 뚜렷한 변화를 나타내었다.

계단운동 검사시 많이 사용하는 점수(score)를 계산하여 보면[점수=운동시간(분)×60(초)×100/(1분 심박수+2분 심박수+3분 심박수), 이하 같음] 단련전 값이 98.5이었는데 단련 1주후부터 통계적으로 매우 유의하게 증가하였고 9주 훈련 후에는 147.5로 50% 가량의 증가를 나타내었다.

(2) 수축기혈압(표 2-2): 수축기혈압이 안정시 값으로 회복되는 시간은 단련전에는 10~20분 걸리던 것이 단련후에는 3분 가량으로 크게 단축되었다. 각 시점의 성적을 비교하여도 단련에 따라 혈압이 감소하였고 특히 운동 직후부터 3분까지가 가장 뚜렷하였다.

(3) 호흡회수(표 2-3): 운동후 호흡수의 회복속도도 단련으로 빨라졌는데 특히 회복기 1,3분 값이 뚜렷하게 감소하였다.

3) 계단운동후 회복기의 심폐기능(표 3,4)

40 cm와 45 cm 높이의 두가지 계단을 이용하여 운동을 부하한 후 단련에 따른 심폐기능 [지수의 변화를

<3-3> Respiration rate, /min

Day	Rest	Recovery period, min			
		1	3	5	10
0	15.4	26.9**	24.1**	22.1**	19.7*
	3.9	3.2	3.9	2.9	3.8
18	15.3	26.2**	23.6**	21.9**	19.3*
	3.6	3.1	3.2	3.9	3.5
32	15.6	25.8**	22.8**	20.9**	18.8
	2.7	4.4	4.1	3.6	4.3
46	15.8	25.7**	21.9**	20.8**	18.4
	3.6	3.7	3.8	2.9	3.3
63	15.5	25.8**	21.4**	20.3**	18.7
	3.3	4.1	3.3	3.1	3.1

Table 4. Changes of cardiopulmonary parameters during recovery period from 45cm-step exercise

<4-1> Heart rate, /min

Day	Rest	Recovery period, min						Score
		0	1	2	3	5	10	
0	57.8	170.2	129.4	115.3	106.4	103.4	98.3	85.4
	4.1	9.4	7.1	5.4	5.1	5.0	4.1	5.2
23	56.3	151.9**	109.6**	96.7**	93.6**	90.2**	86.4**	100.1**
	3.5	8.2	6.0	5.2	4.3	4.6	4.8	4.6
37	55.5	148.9**	103.7**	92.3**	87.7**	84.7**	80.3**	105.8**
	5.0	8.7	5.7	4.4	6.0	4.4	4.4	5.7
51	54.1	147.1**	102.2**	89.0**	84.1**	81.3**	79.3**	109.0**
	5.2	8.7	4.9	4.8	5.6	5.3	4.5	5.6
63	53.3*	145.2**	102.3**	88.1**	82.6**	80.9**	78.9**	109.9**
	4.4	8.5	5.1	4.3	4.8	4.9	4.4	4.8

exercise: 45cm-step exercise at 30 times per min for 5 min.

비교하였다.

(1) 심장박동수(표 3-1, 4-1): 신체 단련에 의해 두 가지 높이의 계단운동에서도 심박수의 회복이 촉진되었다. 모든 시간대에서 매우 유의하게 심박수가 감소하였는데 40cm 계단운동에서 더욱 뚜렷하였고 이러한 효과는 두가지 운동 모두 1~3분에서 가장 뚜렷하였다. 계단운동 접수도 40cm 높이에서 단련전 89.7, 단련후 123.7로 38%의 증가를 보였고 45cm 높이에서는 단련전 85.4, 단련후 109.9로 29%의 증가를 나타내어 매우 뚜렷한 향상을 보였다.

(2) 수축기혈압(표 3-2, 4-2): 운동후 수축기혈압이 회복되는 속도도 단련으로 빨라져 각 시각에서의

값이 뚜렷한 변화를 보였는데 특히 1~5분 값이 가장 많이 감소하였다.

(3) 호흡회수(표 3-3, 4-3): 운동후 호흡수의 회복도 40cm 계단운동에서 단련으로 약간 빨라졌으나 유의하지는 않았고 45cm 높이에서는 거의 변화가 없었다.

고 찰

피검자들은 군경력 6~15개월의 사병으로 신체 건강상 이상이 없고 체격도 평균적인 일반인과 같으며 특수한 훈련을 받은 경력도 없다. 또한 전원이 내무생활

—항상익 : 줄넘기 운동 훈련이 심폐기능 향진에 미치는 효과—

<4-2> Systolic blood pressure, mmHg

Day	Rest	Recovery period, min				
		0	1	3	5	10
0	122.8	182.3**	171.2**	164.8**	150.8**	137.2**
	9.4	11.4	10.8	11.6	11.8	8.4
23	120.1	173.4**	164.7**	152.2***	140.3**	130.3*
	8.1	10.3	9.8	10.5	11.0	7.5
37	117.4	168.2***	157.9***	146.3****	136.2***	126.6****
	6.9	11.7	11.5	10.5	9.5	6.1
51	115.8	167.6***	154.8***	140.2****	131.1****	124.9***
	8.0	12.1	13.7	12.1	10.4	7.9
63	114.3	165.9****	149.4****	138.3****	129.6****	123.1**
	9.2	10.4	8.7	9.4	11.4	8.7

<4-3> Respiration rate, /min

Day	Rest	Recovery period, min			
		1	3	5	10
0	15.9	26.8**	24.9**	23.2**	20.2**
	3.1	3.1	3.0	3.1	3.0
23	15.7	26.6**	24.9**	23.4**	19.9**
	2.4	1.7	2.1	2.4	2.7
37	15.3	26.7**	24.3**	23.7**	20.1**
	1.8	2.7	3.3	2.9	3.3
51	16.0	25.9**	24.2**	23.3**	19.8*
	2.7	2.9	3.6	3.4	3.3
63	15.7	26.1**	24.6**	23.1**	19.9**
	2.8	2.6	3.1	3.2	3.2

을 하여 음식물 섭취와 생활 습관에 따르는 영향도 별로 받지 않을 것이므로 본 연구 수행에 이상적인 집단으로(Falls, 1968) 생각된다.

매일 2회 5분 이상씩 분당 150회전의 줄넘기 운동은 단련이 안된 일반인에게는 상당히 심한 운동으로 피검자들의 대부분이 처음에는 요구하는 운동속도에 따르지 못했으나 1주일 가량 지나면서는 요구 운동량을 무난히 수행할 수 있었다.

낙오자 없이 9주 동안 단련을 시행하면서 일정한 기간마다 줄넘기운동과 계단운동을 부하한 후의 심폐계의 반응을 측정할 값을 실험성적에서 보였다. 심장박동수에 대한 효과는 1주후부터, 수축기혈압에 대한 효

과는 한달후부터 뚜렷이 나타났고 단련 기간에 비례하여 효과가 강화되었다. 호흡회수의 변화는 9주간의 단련이 모두 끝났을 때 나타났으나 심박수와 혈압의 변화에 비해서는 뚜렷하지 않았다.

운동선수 중에서도 장거리 경주자에서 안정성 서맥(bradycardia)이 가장 뚜렷한데(Scheuer와 Tipton, 1977) 그러한 효과가 이 정도의 줄넘기 운동 훈련을 통해서도 나타났다고(표 2~4의 자 1). 단련에 의한 서맥 현상은 교감-부교감 신경계의 균형의 변조에 의한 것이라고 생각하고(Clausen, 1976; Tipton, 1969; Tipton 등, 1971) 있다. 회복기의 심박수로 계산한 운동 반응 점수값도(Åstrand와 Rodahl, 1977) 세가

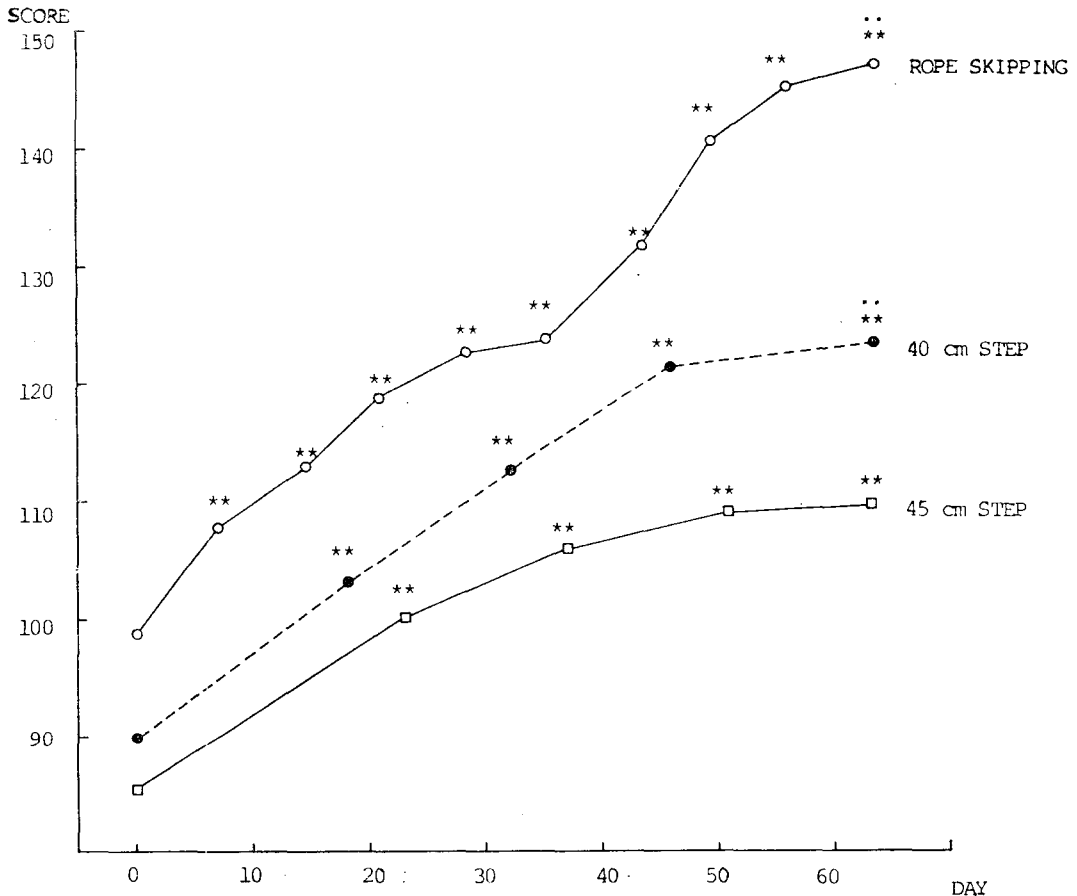


Fig. 1. Effect of the physical training, rope-skipping on the scores obtained after the load of rest exercises. The exercises loaded were rope skipping, 40cm- and 45 cm-step exercises. As the duration of the training increased, the scores increased step by step. And the effect was prominent in the load of rope skipping, the most light test exercise. significantly different from the value of pre-trained: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ significantly different from the 35th day value: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ day: the day from the beginning of the training score: exercise duration(sec) \times 100 / (1st min HR + 2nd min HR + 3rd min HR)

지 종류 운동 모두에서 향상되었는데(표 2~4의 각 1, 그림 1) 향상된 정도는 그중 경한 운동인 줄넘기 운동에서 가장 뚜렷하였고 가장 심한 45 cm 계단운동에서 증가 정도가 가장 작았다. 줄넘기와 계단운동에 사용하는 근육이 달라서도 차이가 날 수 있겠지만(Wright 등, 1978) 똑같은 계단 오르내리기 운동에서도 높이에 따라 향상 정도가 다른 것으로 보아 운동량의 경중에 따라 향상 정도에 차이가 생겼다고 생각할 수 있겠다.

장기간의 신체 운동에 따라 혈압 반응이 변화하는가

에 대해 학자들간에 논란이 많은데(Clausen, 1976; Kilbom, 1971; Shephard, 1982) 본 실험에서는 안정시 수축기 혈압이 상당히 감소하였다(표 2~4의 각 2). 혈압의 정상 여부와 연령, 운동의 정도에 따라서 그 결과가 달리 나올 수 있을 것으로 생각되어지는데 이 문제는 앞으로 더욱 많은 연구가 진행되어야 할 것이다. 운동후 회복기에 수축기 혈압이 안정값으로 돌아오는 시간도 단련에 의해 뚜렷이 단축되는 것을 볼 수 있는데 그 태도도 심박수와 비슷하게 운동량의 경중에 영향을 많이 받는 것 같다.

호흡회수는 폐포내 및 혈액내 가스의 상태에 따라 좌우되지만 이밖에 의지나 습성에 의해서도 영향을 받기 때문에 운동이나 단련 효과를 판정하는데 심장박동수나 동맥혈압만큼 큰 도움을 주지는 못하는 지수이다 (Casaburi 등, 1978). 그러한 단점을 갖는 지수이기는 하지만 단련에 의해 생기는 호흡회수의 변화도 운동 경중에 따른 심박수와 수축기 동맥혈압의 변화와 유사한 양상을 나타내었다(표 2~4의 각 3).

심장박동수, 수축기 동맥혈압, 호흡회수 모두 이 연구에서 행한 정도의 단련에 의해 변화를 보이는 것으로 나타났고 검사시 부하하는 운동(test exercise)이 경할수록 그 효과가 뚜렷하였다.

요 약

줄넘기 운동의 신체 단련 효과를 측정하기 위하여 사범 9명에게 9주 동안 규칙적으로 줄넘기 운동을 시키면서 심폐기능의 변화를 관찰하여 다음의 결과를 얻었다. 효과를 측정하기 위해 부하한 운동은 줄넘기, 40 cm 및 45 cm 높이의 계단운동이었다.

1) 심장박동수는 단련에 의해 안정시와 운동후 회복기 전 시간대를 통해 매우 유의하게 감소하였으며 효과는 단련 시작 1주후부터 나타났다.

2) 단련으로 수축기 동맥혈압은 안정시와 회복기 전 시간대에서 거의 유의하게 감소하였는데 이러한 효과는 단련 한달경부터 나타났다.

3) 회복기의 호흡회수는 단련에 의해 별 변화가 없었으나 단지 줄넘기 운동 회복 초기에만 유의하게 감소하였다.

4) 심폐기능 상의 단련 효과는 검사시 부하하는 운동량이 경할수록 더욱 뚜렷하였다.

이상의 결과로 보아 9주간의 줄넘기 운동으로 심폐기능 특히 심장순환계 기능에 뚜렷한 향상이 온다고 할 수 있겠다.

REFERENCES

Åstrand, P.O. and Rodahl, K.: *Textbook of work physiology*. McGraw-Hill Co., New York, 1977.
 Casaburi, R., Whipp, B.J., Wasserman, K. and Koyal, S.: *Ventilatory and gas exchange responses to cycling with sinusoidally varying pedal rate*. *J. Appl. Physiol.*, 44:97, 1978.

Clausen, J.P.: *Circulatory adjustments to dynamic exercise and effect of physical training in normal subjects and in patients with coronary disease*. *Progr. Cardiovasc. Dis.*, 18:459, 1976.
 Clausen, J.P.: *Effect of physical training on cardiovascular adjustments to exercise in man*. *Physiol. Rev.*, 57:779, 1977.
 Falls, H.B.: *Exercise physiology*. Academic Press, New York, 1968.
 Fox, F.L.: *Sports physiology*. W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1970.
 Kilbom, A.: *Physical training in ucmen*. *Scand. J. Clin. Lab. Invest. suppl.*, 119:28, 1971.
 Ludbrook, J.: *Reflex control of blood pressure during exercise*. *Ann. Rev. Physiol.*, 45:155, 1983.
 Petro, J.K., Hollandee, [A.P.] and Bouman, L.N.: *Instantaneous cardiac acceleration in man induced by a voluntary muscle contraction*. *J. Appl. Physiol.*, 29:794, 1970.
 Poliner, L.R., Dehmer, G.J., Lewis, S.E., Parkey, R.W., Blomqvist, C.G. and Willerson, J.T.: *Left ventricular performance in normal subjects*. *Circulation*, 62:528, 1980.
 Rowell, L.B.: *Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal stress*. *Physiol. Rev.*, 51:75, 1974.
 Scheuer, J. and Tipton, C.M.: *Cardiovascular adaptations to training*. *Ann. Rev. Physiol.*, 39:221, 1977.
 Scott, J.B., Rudko, [M.], Radawski, D. and Haddy, F.J.: *Role of osmolarity, K⁺, H⁺, Mg⁺⁺, and O₂ in local blood flow regulation*. *Am. J. Physiol.*, 218:338, 1970.
 Shephard, R.J.: *Physiology and biochemistry of exercise*. Praeger, New York, 1982.
 Smith, O.A.: *Reflex and central mechanisms involved in the control of the heart and circulation*. *Ann. Rev. Physiol.*, 36:93, 1974.
 Stegemann, J.: *Exercise physiology*. Thieme, New York, 1981.
 Tipton, C.M.: *The influence of atropine on the heart rate responses of non-trained, trained*

- and detrained animals. Physiologists, 12:376, 1969.*
- Tipton, C.M., Eastin, W.C. and Carey, R.A.: *Evaluation of training [and detraining effects in dogs. Physiologists, 14:245, 1971.*
- Wright, G.R., Sidney, K.H. and Shephard, R.J.: *Variance of direct and indirect measurements of aerobic power. J. Sport. Med. Phys. Fitness, 18:33, 1978.*