

## 동계훈련이 폐기능에 미치는 영향 (야구선수를 중심으로)

여주대학 물리치료과 학과장, 건국대 박사과정\*, 유성 스포츠센터\*\*

엄기매·양윤권\*·박성영\*\*

### Effect of Pulmonary Function by Winter Intensive Training (baseball players)

Um, Ki-Mai, Ph.D, R.P.T., Yang, Yun-Kun\*, Park, Sung-Young\*\*

*Department of Physical Therapy, Yeo Ju Collage*

*Kun Kuk University\**

*You Sung Sport Center\*\**

#### — ABSTRACT —

To evaluate the effect of winter intensive training on pulmonary function in high school baseball players, comparisons of various ventilatory parameters were made before and 3-3.5 months of winter intensive training.

The subjects were 18 members of a high school baseball players with mean age and career of 6.3 and 7.3 years, respectively.

The following were mainly observed by spirometry for the study ; respiratory rate, vital capacity(VC), maximum voluntary ventilation(MVV), forced vital capacity (FEV1%) and forced mid-expiratory flow (FEF25-75%).

The result obtained are summarized as follow.

- 1) Respiratory rate, tidal volume, forced vital capacity, 1FEV%, FEF50% and FEF75% showed no significant difference between before and after.
- 2) MVV in after was significantly( $p<0.001$ ) increased to 166 L/min comparing with 136L/min in before.
- 3) 1FEV in after was significantly( $p<0.05$ ) increased to 4.46L comparing with 3.76L in before.
- 4) PEF in after was significantly( $p<0.05$ ) increased to 10.40 L/sec comparing with 9.18 L/sec in before.

## 서론

우리 인체는 어떠한 자극에 의해서 변화되는 것은 사실이며 폐의 기능 또한 마찬가지이다. Guyton(1981)는 폐기능은 폐의 환기(Ventilation), 가스의 확산(Diffusion) 및 폐순환기능이라고 했다. 여기서 환기라는 것은 공기를 주위 대기로부터 능동적으로 폐 안으로 이동시켜 가스교환 장소인 폐포 모세혈관(Alveolar capillary)에 분포하게 하는 행위를 말하며, 확산이라는 것은 가스교환 장소인 폐포 모세혈관 막에서 흡입된 공기와 혈액 사이에 산소와 이산화탄소 분자의 수동적 이동이 일어나는 과정을 말한다. 따라서 폐순환기능은 폐용적(Lung volume), 폐탄성(Compliance) 및 기도저항(Airway resistance)의 요인에 관여하며, 이것은 노력성 폐활량법(Forced vital capacity maneuver)과 최대환기능법(Maximal voluntary ventilation maneuver)에 의해서 평가되고 있다.

또한 호흡 기능 가운데 폐기능은 폐환기를 가능하게 하고 폐에서 기체 교환 능력과 직접적으로 관련되므로, 폐기능을 검사하는 것은 호흡능력을 직접적으로 평가할 수 있는 좋은 지표가 된다고 할 수 있다.

이러한 폐기능은 동적인 운동을 하게되면 그 기능이 향상된다. 즉 강한 트레이닝을 하게 되면 인체가 필요로 하는 에너지의 양이 많아지게 되므로 에너지 생성을 위하여 호흡 활동이 활발해지고 산소 소비량 역시 증가됨은 물론 폐포 내의 산소섭취능력과 폐포의 양을 추가 시켜준다. 또 짧은 시간내에 산소를 활동근육에

지속적으로 보충시키기 위해 트레이닝을 통한 폐활량의 증가가 환기의 효율을 높여주기 때문에 심폐기능이 향상 된다는 것은 주지의 사실이다.

佐藤은 12인의 대학 보오트선수에게 6개월간 훈련 후에 폐활량이 510ml가 증가하였다(김중훈 1976 ; 박철빈 1973)과 발표하였으며, White et al (1929), Newman et al(1962)도 운동을 함으로써 폐활량이 증가되었다고 하였다.

Gaensler(1955) and Stusrt et al(1959)는 운동선수의 노력성폐활량(FVC)가 일반인보다 향상되어 있다고 하였으며, 또한 Astrand et al(1970) and Shephard(1982)는 운동을 하게 되면 호흡수, 환기량, 심박수 및 산소섭취량등의 급격한 증가현상을 수반하게 된다고 하였다. 그리고 운동이라는 상황에 적응하기 위해서는 호흡순환계에 생리적 기능의 변화가 생기게 된다고 하였는데, 이러한 변화들을 운동효과라고 하였으며, 이런 행위는 장기간에 걸쳐서 점진적으로 일어난다고 하였다. 그러므로 장기간에 걸쳐서 지구적인 유산소운동(Aerobic exercise)을 행하고 있는 운동선수가 폐기능이 같은 연령의 일반인에 비해 훨씬 우수하다(백옥석 등 1982 ; 황상의 등 1982)고 하였다.

장기간에 걸친 규칙적인 동적 운동은 순환호흡기계와 근골격계를 비롯하여 신체 전반에 걸쳐 생리학적 및 해부학적 적응현상을 초래하며(Simon 1990), 축구, 럭비, 수영, 육상의 중·장거리, 사이클, 에어로빅 등 주로 유산소 운동에 속하는 운동은 심폐기능을 유지 향상시키는데 효과적인 것으로 알려져 있다. 그

리고 운동선수들의 체력단련을 목적으로 하는 동계훈련은 폐기능을 향상시키는데 효과적이라 하겠다.

여기서 동계훈련이란 봄, 여름, 가을 동안 경기를 해야만 하는 모든 운동선수들이 거쳐야 하는 하나의 훈련과정이다. 이런 동계훈련 기간동안 새로운 팀 전술이나 개인의 기술을 연마하는 것도 중요하지만 한 시즌동안 모든 경기에서 최선을 다 할 수 있는 체력을 강화시키는 것이 무엇보다 중요하다.

스포츠 서적 편찬실(1983)에 의하면 심폐력은 4 ~ 12주 계속 실시로 50%가량 증대시킬 수 있다고 한다. 또한 고흥환(1982)은 야구선수는 민첩성, 순발력, 조정력이 중요한 필요요소이고 다음으로서는 유산소력 근지구력과 유연성의 간접 협력요소가 갖추어져야 한다고 하였으며, 남용(1993)은 야구는 9회의 아주 긴 공방전이며, 연장전이라는 것도 있으므로 먼저 지구력을 길러야 할 필요가 있다고 하였다.

이상과 같이 야구선수들은 심폐기능을 강화시켜야 함으로 체력단련을 목적으로 하는 동계훈련 기간동안 심폐 지구력 운동을 많이 하게된다. 따라서 동계훈련 기간동안 야구선수들의 폐 기능이 어느 정도 향상된다는 추측은 할 수 있으나 아직까지 규명할 수 있는 선행 연구는 드물다.

본 연구에서는 이에 대한 흥미와 의문을 갖고 S 고등학교 야구선수들의 폐 기능의 여러 항목들을 나누어 12주간의 동계훈련 전·후를 비교 분석하여 고등학교 야구선수의 집중훈련(동계훈련)이 폐 기능의 생리적 변화에 미치는 영향을 규명하고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구대상

S 고등학교 야구선수 18명을 대상으로 하였으며,

Table 1. Characteristics of Baseball players ( n= 18 )

Section	Mean	SD	SE
Age(yr)	17	0.679	0.18
Height(cm)	178.06	3.20	0.85
Weight(kg)	73.74	5.88	1.57
Career(yr)	6.46	1.05	0.29

이들의 연령, 신체적조건, 선수경력은 Table 1 과 같다.

평균 선수 경력은 6.46년으로서 대다수가 초등학교 고학년 시절부터 선수로 발탁되어 중학교도 야구 특기생으로 진학한 학생들이었다.

선수들의 동계훈련은 12주 동안 실시하였고 그중 8주 동안에는 1주일에는 5~6일, 5일은 새벽, 오전, 오후, 야간, 1일은 새벽, 오전에 약 4~8시간의 훈련을 받았다.

그 내용을 살펴보면 새벽운동은 간단한 체조 및 심폐지구력 운동인 7km의 장거리 달리기, 오전운동은 인터벌 달리기와 서킷트 트레이닝 및 유연성 운동을 하였으며, 오후에는 야구의 개인기술 및 팀 전술훈련, 야간운동은 웨이트 트레이닝 및 스윙과 새도우피칭을 하였다.

그리고 나머지 4주동안에는 개인별 실력평가와 팀 전술훈련 및 타고등학교 선수들과의 연습게임을 하였다.

본 연구에서 1차 측정은 동계훈련을 시작하기 전에 실시하였으며 2차 측정은 12주 훈련이 끝난 후에 실시하였다.

### 2. 측정방법

대상자들을 선정 시 호흡질환 등의 특수한 병력이 있었거나 현재 질병이 있는 사람은 제외시켰다. 또한,

식사에 의한 영향을 줄이기 위하여 모든 측정은 오전 10시 또는 오후 2시에 실시하였으며, 체격검사는 실험 시작 전 약 1시간 전에 실시하였다.

폐기능 검사를 위해 폐활량(Vital Capacity)은 피험자가 최대로 숨을 들어 마신 후 내릴 수 있는 공기의 총량을 측정하였다.

또한, 1초시 노력성호기량 백분율(Forced Expiratory Volume for second, 1FEV%)은 피험자가 최대로 공기를 들이마신 상태에서 가장 빠르게 내릴 때 1초에 내신 공기의 양을 폐활량에 대한 비율로서 나타낸 것이다.

최대환기능력(Maximal Voluntary Ventilation, MVV)은 1분동안 호흡 할수 있는 공기의 총량으로서 본 연구에서는 12초 동안 실시한 값을 1분으로 환산하여 계산하였다.

이상과 같이 하여 얻은 성적의 종류는 호흡수(Respiratory Rate, RR), 일회호흡량(Tidal Volume, TV), 폐활량(Vital Capacity, VC), 최대환기능력(Maximal Voluntary Ventilation MVV), 노력성폐활량(Forced Vital Capacity, FVC), 1초시노력성호기량(Forced Expiratory Volume 1 second %, FEV1%), 최대호기속(Peak Expiratory, Flow, PEF), 노력성호기속 75~25%(Forced Expiratory Flow 75~25%), 등의 11종류의 폐기능 검사를 실시하였다.

### 3. 자료처리

본 연구에서 자료분석은 MINITAB 통계 Package를 이용하여 전산 처리하였다.

동계훈련 전·후로 분류하여 각 측정값에 대한 평균(Mean)과 표준오차(SD)를 구하였고, 각 측정치에 대한 동계훈련 전·후의 차이를 검정하기 위해 Unparred t-test를 실시하여 유의한 범위를 다음과

같이 구분하였다.

P < 0.05 유의도 있음(\*)

P < 0.01 유의도 큼(\*\*)

P < 0.001 유의도 매우 큼(\*\*\*)

## Ⅲ. 연구결과

1. 동계훈련전과 후의 호흡수(RR), 일회호흡량(TV), 폐활량(VC), 최대환기능력(MVV)의 비교

동계훈련 전·후의 폐기능에 대한 호흡수(RR), 일회호흡량(TV), 폐활량(VC), 최대환기능력(MVV)은 Table - 2와 Fig-1.2.3.4에서 보는 바와 같다.

VC는 동계훈련후에서  $5.02 \pm 0.14L$ 였으며, 동계훈련전에는  $4.32 \pm 0.18L$ 로서 동계훈련후가 전보다 유의하게( $P < 0.05$ )높았다.

특히, 동계훈련후의 MVV는  $166 \pm 5.1L/min$ 로서 동계훈련전  $136 \pm 38L/min$  보다 매우 유의하게( $P < 0.001$ )높았다. 그러나 RR, TV에서는 동계훈련후 각각  $22.5 \pm 1.28/min$ ,  $1.24 \pm 0.12ml$ 이며, 동계훈련전 이 각각  $18.07 \pm 3.62/min$ ,  $0.91 \pm 0.14ml$ 로서 유의

Table-2. Respiratory Rate(RR), Tidal Volume(TV), Vital Capacity(VC), and Maximal Voluntary Ventilation(MVV) in baseball players before and after the winter training.(n=18)

	pre-training	post-training
RR(/min)	$18.07 \pm 3.62$	$22.5 \pm 1.28$
TV(ml)	$0.91 \pm 0.14$	$1.24 \pm 0.12$
VC(L)	$4.32 \pm 0.18$	$5.02 \pm 0.14^*$
MVV(L/min)	$136 \pm 3.8$	$166 \pm 5.1^{***}$

Values are mean(평균) ± Standard Error(표준오차).

\*P<0.05 VS pre-training

\*\*\*P(0.001 VS pre-training

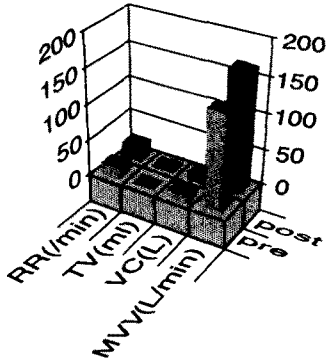


Fig-1. RR, TV, VC, MVV of pre and post

한 차이가 없었다.

2. 동계훈련전과 후의 노력성폐활량(FVC), 1초시노력성호기량(FEV1)과 1초시노력성호기량백분율(1FEV%)의 비교

동계훈련 전 · 후의 폐기능에 대한 노력성폐활량(FVC), 1초시노력성호기량(FEV1)과 1초시노력성호기량백분율(1FEV%)은 Table-3과 Fig-5,6,7에서 보는 바와 같이, FVC, 1FEV%은 양군 사이에 유의한 차이가 나타나지 않았음에 비해 FEV1은 동계훈련후에서  $4.46 \pm 0.16L$ 이며, 동계훈련전은  $3.76 \pm 0.13L$ 로서 동계훈련 후가 전보다 유의하게( $P < 0.05$ ) 높았다.

Table-3 Forced Vital Capacity(FVC), Forced Expiratory Volume 1 second(FEV1) and 1FEV% in baseball players pre and post the winter training.(n=18)

	pre-training	post-training
PEF(L/min)	$9.18 \pm 0.29$	$10.40 \pm 0.37^{**}$
FEF 25%(L/min)	$8.08 \pm 0.17$	$9.30 \pm 0.35^{**}$
FEF 50%(L/min)	$5.47 \pm 0.18$	$6.37 \pm 0.40$
FEF 75%(L/min)	$2.75 \pm 0.15$	$3.46 \pm 0.36$

Values are mean(평균)  $\pm$  Standard error(표준오차).  
\* $P < 0.05$  VS. pre-training

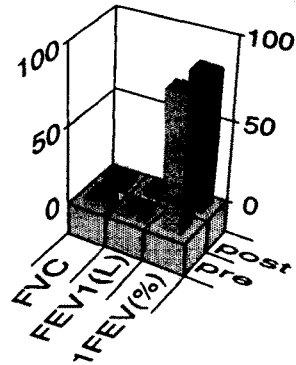


Fig-2. FVC, FEV1, 1FEV% of pre and post

3. 동계훈련전과 후의 최대호기유속(PEF) 및 노력성호기유속(FEF 25~75%)는 Table-4 와 Fig-8,9,10,11에서 보는 바와 같이 FEF50%, FEF75%는 양군사이에 유의한 차이가 나타나지 않았음에 비해

Table-4 Peak Expiratory Flow(PEF), Forced Expiratory Flow 25~75% in baseball players pre and post the winter training.(n=18)

	pre-training	post-training
FVC(L)	$4.37 \pm 0.18$	$4.46 \pm 0.16$
FEV1(L)	$3.76 \pm 0.13$	$4.46 \pm 0.16^*$
1FEV%(%)	$94.13 \pm 1.4$	$94.24 \pm 0.94$

Values are mean(평균)  $\pm$  Standard error(표준오차).  
\* $P < 0.05$  VS. pre-training.  
\*\* $P < 0.01$  VS. pre-training.

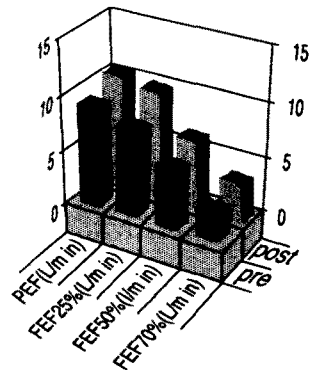


Fig-3. PEF, FEF25%, 50%, 75% of pre and post.

PEF는 동계훈련후에서  $10.40 \pm 0.37\text{L}/\text{min}$ 로, 동계훈련전  $9.18 \pm 0.29\text{L}/\text{min}$ 보다 유의한( $P < 0.05$ ) 차이가 있었으며, 특히 FEF25%에서는 동계훈련후가  $9.30 \pm 0.35\text{L}/\text{min}$ 였으며, 동계훈련전이  $8.08 \pm 0.17\text{L}/\text{min}$ 로서 동계훈련후가 동계훈련전보다 유의하게( $P < 0.01$ ) 높은 차이가 있었다.

## IV. 고 찰

본 연구에서는 야구선수들의 폐기능 향상을 목적으로 실시되는 동계훈련 후 나타나는 현상에 관심을 갖고 서울시내 S 고등학교 야구선수 18명의 폐기능을 측정하여 동계훈련 전과 후를 비교분석해 본 결과 호흡수(RR), 일회호흡량(TV), 노력성폐활량(FVC), 1초시호기량백분율(1FEV%), 노력성호기유속(FEF50~75%)은 큰 차이가 없었으나 폐활량(VC), 최대환기능력(MVV), 1초시호기량(FEV1), 최대호기유속(PEV), 노력성호기유속(FEF25%)에 있어서는 동계훈련 후가 동계훈련 전보다 유의하게 높은 측정치를 나타내었다.

현재까지 선수나 비선수에서 집중훈련 전·후의 폐기능을 비교 검토한 보고는 매우 드물다. Vaccaro et al(1978)은 9~10세 어린이들을 대상으로 7개월간 수영훈련을 시키고 훈련 전후의 FVC, FEV1, MVV를 비교해 보았으나, 유의한 차이가 없다고 하였으며 Clanton et al(1987)은 17~21세의 여자 수영선수를 3개월간 훈련시켰던바 VC, FEV1, MVV, 기능적 잔기량, 전폐용량이 모두 증가되었다고 하였다. 한편 Ghosh et al(1985)은 축구선수를 9개월간 집중훈련시킨 후 폐기능을 대조군과 비교하여 본 결과 VC, FEV1은 증가 되었으나 MVV에는 변화가 없었다고 하였다.

본 연구에서 동계훈련후 RR과 TV에서는 각각 유의한 차이가 없었으나 VC가 뚜렷히 증가된 것은 축구선수를 대상으로 한 Ghosh et al(1985)의 성적이나 수

영선수를 대상으로 한 Clanton et al(1987)의 보고와 일치하며, 이는 일찍이 Stuart et al(1959)이 시사한 바와 같이 규칙적인 훈련으로 호흡근이 발달된다고 생각된다. 그리고 MVV는 단위시간내에 호흡할 수 있는 최대양의 공기용적을 말하는 것으로서 폐환기능을 동적으로 평가할 수 있는 가장 좋은 지표가 된다.

MVV를 좌우하는 인자로는 호흡근의 힘, 폐 및 흉곽의 용압률, 기도와 폐흉곽수축의 저항등이 있다고 한다. 기도와 폐실질은 물론, 호흡근력, 폐와 흉곽의 탄성(compliance)등 호흡기계 전반에 대한 종합적인 평가에 유용한 것의 하나로 알려져있다. 따라서 기도, 폐실질 및 흉곽에 이상이 없는 운동선수의 MVV는 거의 전적으로 호흡근의 근력과 근지구력에 의해서 좌우될 것으로 생각된다.

본 연구의 성적에서 MVV는 동계훈련 후 유의하게 증가되었으며 이는 Magel et al(1969) and Clanton et al(1987)의 보고와 일치한다.

한편 본 연구의 성적에서 주로 용량을 반영하는 FVC에 대해서 살펴보면 최대 호기를 한 다음에 최단 시간에 최대속도로 호출되는 최대량을 말하며, 폐기능을 정적으로 평가하는 지표가 되는 것으로 이것은 흉곽, 횡격막 및 호흡근 등의 신축성과 폐용압율에 따라 변화하며 20세 전후에 FVC가 가장 높다고 한다.

Ishiko(1967)는 FVC가 운동능력과 매우 높은 상관관계를 갖는다고 진술하였고, Stuart et al(1959)은 운동선수가 비운동선수에 비하여 높은 FVC를 지닌다고 하면서 특히 달리기 선수에게서 FVC가 가장 높게 나타났다고 보고하였다. 이러한 사실은 운동에 의한 흉벽, 늑골, 횡격막, 호흡근육의 비대로 일어난다고 주장하고 있다.

그러나 Newman et al(1962)의 연구에 의하면 FVC는 운동에 의해서 유의하게 증가되지 않고, 운동선수와 비운동선수간에도 유의한 차이가 없다고 한다.

본 연구에서도 동계훈련 전·후에 차이가 없는 것

으로 보아 동계훈련과 같은 어떤 집중적인 훈련에 의해서는 FVC가 별 변화가 없는 것으로 생각되며, 최대 호출 첫 1초간에 호출되는 용적으로서 이 기간중의 평균기속을 의미하는 FEV1은 동계훈련 후 유의하게 증가하였으나, 기도의 개존도(Patency)를 반영하는 1FEV%에는 동계훈련 전·후에 큰 차이가 없었는데 이는 대상으로 한 S고등학교 야구선수가 모두 호흡기계가 정상이었고 동계훈련후 VC가 뚜렷히 증가되었던 점으로 보아 당연한 것이라 하겠다.

그리고 호기류 속도를 반영하는 지표들은 대체로 두 가지로 나눌 수 있다. 즉 PEF와 FEF25%는 주로 대기도 기능을 반영하고 노력비의존성인데 비해 FEF50%와 FEF75%는 주로 세소기도기능을 반영하는 노력비의존성 지표이다.

본 연구의 성적에서 동계훈련 전·후 세소기도기능을 반영하는 노력비의존성인 FEF50%와 FEF75%에서는 각각 유의한 차이가 없었으나 대기도 기능을 반영하고 노력비의존성인 PEF와 FEF25%는 동계훈련 후 각각 유의한 증가를 나타낸 것은 주목할 일이나 이것은 역시 큰 근육근을 지속적이고 율동적으로 사용하는 동적운동인 야구가 호기근의 근력증가와 관계가 있을 것으로 사료된다.

한편, 호흡근과 골격근은 형태적으로나 기능적으로 운동근과 유사하며 호흡근의 주된 작용은 흉곽벽(Chest wall)을 고정시키고, 폐 밖으로 gas를 이동시키며 특히, PH 항상성(Homeostasis)와 동맥혈안의 gas를 유지시키는 기능을 한다.(Nava et al, 1992; Brooks et al, 1987), Lieberman, Faulker(1972)등은 돼지를 이용한 동물실험 결과 늑골횡경막(Costal diaphragm)에서 고산화(fiber)수가 13~20% 증가하였고, 이는 Krebs cycle의 효소와 탈수소산소(Succinodehydrase : SDH)가 증가되었다고 보고하였다.

또한, 수영과 트레드밀을 이용한 동물실험에서도 많

은 유사한 결과를 보고하였다.(Gosselin et al, 1992 ; Uribe et al, 1992).

이상의 결과와 고찰을 종합해 볼 때 고등학교 야구 선수의 동계훈련은 1) 호흡근의 힘을 더 강화시키거나, 2)폐속의 동맥에 gas와 PH 항상성을 유지시키는 기능을 향상 시켰으며, 3) 늑골횡경막의 산화능력이 더 증가되었으며, 4)늑골횡경막에서 Krebs cycle enzyme 작용이 증가되었음을 알 수 있었다.

## V. 결 론

본 연구의 목적은 12주간의 동계훈련이 폐기능에 미치는 효과를 규명하는데 있었다.

연구의 피험자는 평균 선수경력이 6.46년인 S고등학교 야구선수 18명이고 동계훈련 전·후의 성적을 서로 비교 검토하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 호흡수(RR)은 동계훈련 전에는 18.07/min이었으며, 동계훈련 후가 22.5/min 이었으나 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.
2. 일회호흡량(TV)은 동계훈련 전에는 0.91ml이었으며, 동계훈련 후에는 1.24ml 이었으나 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.
3. 폐활량(VC)은 동계훈련 전에는 4.32L이었으나, 동계훈련 후에는 5.02L로 유의한(P<0.05) 차이가 있었다.
4. 최대환기능력(MVV)은 동계훈련 전에는 136이었으나, 동계훈련 후에는 166으로써 통계학적으로 유의한(P<0.001)차이가 있었다.
5. 노력성폐활량(FVC)은 동계훈련 전에는 4.37이었으나, 동계훈련 후에는 4.46 이었으나 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.
6. 1초시노력성호기량(1FEV)은 동계훈련 전에는 3.76L이었으나, 동계훈련 후에는 4.46L로써 통계학

적으로 유의한( $P<0.05$ )차이가 있었다.

7. 1초시노력성호기량백분률(1FEV%)은 동계훈련 전에는 94.13%이었으나, 동계훈련 후에는 94.24%로써 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

8. 최대호기유속(PEF)은 동계훈련 전에는 9.18L/min이었으나, 동계훈련 후에는 10.40L/min로써 통계학적으로 유의한( $P<0.05$ ) 차이가 있었다.

9. 노력성호기유속(FEF25%)은 동계훈련 전에는 8.08L/min이었으나, 동계훈련 후에는 9.30L/min로써 통계학적으로 유의한( $P<0.01$ )차이가 있었다.

10. 노력성호기유속(FEF50%)은 동계훈련 전에는 5.47L/min이었으나, 동계훈련 후에는 6.37L/min로써 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

11. 노력성호기유속(FEF75%)은 동계훈련 전에는 2.75L/min이었으나, 동계훈련 후에는 3.46L/min로써 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

이상과 같이 결론을 종합해 볼 때, 12주 동안 유산소 운동과 서킷트레이닝, 인터벌트레이닝 등이 결합된 형태인 동계훈련은 1) 호흡근의 힘을 더 강화시키거나, 2)폐속의 동맥의 gas와 PH항상성을 유지시키는 기능을 향상시켰으며, 3)늑골횡경막의 산화능력이 더 증가되었으며, 4)늑골횡경막에서 Krebs cycle enzyme 작용이 증가되었음을 알 수 있었다.

## 참 고 문 헌

- 고흥환(1982). 체육평가. 서울:연세대학교, 출판부.
- 김종훈(1976). 체육 생리학. 형설출판사.
- 남 용(1993). 속성야구레슨. 일신서적 출판사.
- 박철빈(1973). 체육생리. 문교부. P177.
- 배옥석 외3인(1982). Rebounder 운동부하후 회복기의 심폐기능의 변화. 경북의대잡지, 제23권 제2호.
- 스포츠서적 편찬실(1983). 야구레슨. 일신서적공사.
- 황상의 외2인(1982). 장기간의 계단운동 훈련이 심폐기능과 혈액화학상에 미치는 영향. 대한 생리학회지. 제23권. 제2호.
- Astrand, P.O.& Rodahl, K.(1986). Textbook of work physiology. Mcgrow-Hill Book Company, 209-272.
- Brooks, G.T. Fathy, Fundamentals of Human performance, New York, p.125.
- Clanton TL, Dixon GF, Drake J, Gad다 JE..(1987). Effects of swim training on lung volmes amd inspiratory muscle conditdioning. J. Appl Physiol 62:39,
- Faulker, J.L., Maxwell and D. Lieberman(1987). Histochemical characterisitics of muscle fibers from trained and detrained guinea pigs. 67:225-239.
- Gaensler, F.A.(1955): "Clinical Pulmmmary physiology." 'New Engl.J. Med.' 252:17-19.
- Ghosh AK, Ahuja A, Khanna GL(1985),pulmonary capacities of different groups of sportsmen in India, Brit J. Sports Med 19:232.
- Gosselin, L., M. Betlach, A. and D. Thomas(1992). Training-induced alterations in young and senescent rat diaphragm muscle. J. Appl. Physiol. 72:1506-1511.
- Guyton, A.c.(1981): Textbook of medical physiology, 6th ed., Philadelphia, W.b. Saunders, 476-489.
- Ishiko, T.(1967). Aerobic capacity and external criteria of performance.Can. Med. Assoc. J., 96:746-749.



- Lieberman, D.L., Maxwell and J. Fankler(1972). Adaption of guinea pig muscle to aching and endurance training. *J. Appl. Physiol.* 22:556-560.
- Mahel JR, Amderesen KL (1969). Pulmonary diffusion capacity and cardiac output in young trained Norwegian swimmers and untrained subjects. *Med Sci Sports.* 1:131.
- Nava, S, Zanotti, C. Rampulla and A.Rossi(1992). Respiratory muscle fatigue does not limit exercise performance during moderate endurance man. *J. sports Med. phys, Fitness* 32:39-44.
- Nava, S., Zanotti C. Rampulla and A. Rossi. Respiratory muscle fatigue does not limit exercise performance during moderate endurance man. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 32:39-44.
- Newman, F.Amalley, B.F, and Thomson, M.L.(1962). Effect of Exercise, body and lung size on CO<sub>2</sub> diffusion in athletes and non athletes. *J. Appl. Physiol.* 17(4):648-655.
- Shephard, R. L. (1978). Human physiological work capacity. Cambridge Univ. press, Cambridge
- Simon HB(1990). Exercise, health and sports medicine. In Rubenstein E and Federman DD (Eds) *Scientific American Medicine*, Scientific American, Inc.
- Stuart, D.G. and Collings, W.D.(1959). Comparison of vital capacity and maximum The recommended Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults, ACSM position stand. *Med Sci Sports Exerc.* 22:265,(1990)
- Vaccaro P, Clarke DH(1978). Cardiorespiratory alterations in 9 to 11 year old children following a season of competitive swimming. *Med Sci Sports* 10:204,
- White S.P. and McGuire P.F(1929). Vital Capacity in a citizens military training camp, *Arch, int. Med*, 34:355.