

## 유산소 운동이 남자 중학생의 면역기능에 미치는 영향

전광표 · 노병의

경산대학교 대학원

### Effects of Aerobic Exercise on Immune Function in Middle School Boys

Gwang-Pyo Jeon · Pyong-Ui Roh

Graduate School of Kyungsan University

#### Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effect of moderate physical exercise program on a number of immune parameters in middle school boys(15.07±0.39 yrs). 14 volunteers were included in this physical exercise program. They were randomly assigned to an experiment(7) and a control(7) group. Measurements were taken before program, after 4 weeks and 8 weeks of aerobic exercise for immune parameters such as number of circulating leukocytes, concentration of WBC subsets, lymphocyte subsets, immunoglobulins, complements, and number of blood adipose components.

Aerobic exercise consisted of track running at a work intensity of 65% HRmax, 45~55 min per day, 3 times per week, and for 8 weeks. The results are as follows:

1. There were no significant changes between and within groups in the number of circulating leukocytes and concentration of WBC subsets.
2. There were significant( $p<.05$ ) changes in concentration of B-cell between groups, and T-cell, helper T-cell, and B-cell within experimental group.
3. There were no significant changes between and within groups in concentration of complements.
4. There were significant( $p<.05$ ) changes in concentration of IgG between groups and within experimental group.
5. There were significant( $p<.05$ ) changes in concentration of TG between groups, and TG, HDL-C and LDL-C within experimental group.

In conclusion, the moderate exercise training for 8 weeks can be beneficial on immune function and decrease the concentration of blood adipose components in adolescents.

## I. 서 론

### 1. 연구의 필요성

질병을 예방하고 개인의 건강관리를 위한 사회적인 프로그램에서 가장 보편화되고 일반적인 추세는 운동을 통한 건강관리라 할 수 있으며, 이러한 노력은 이제는 하나의 문화적인 현상으로 받아들여지고 있고, 모든 연령대에서 건강을 증진시키고, 질병의 예방 및 치료 이외에도 노화 방지에도 효과가 있다는 믿음으로 규칙적인 운동 수행에 참여하고 있는 사람들의 숫자도 점차 늘고 있는 추세이다(김성철, 1998). 좁은 의미의 예방은 질병이 발생하기 전에 취하는 조치를 의미하나 현대적인 의미에서는 질병의 진행을 억제하거나 완화시키는 모든 방법을 포괄하는 의미를 갖는다. 따라서 질병은 발생하기 전에 그 소인이나 위험 인자를 제거하는 데 노력을 경주해야 한다(노병의, 1996).

운동의 효과는 감염에 대한 저항성을 증가시키고(Portz, 1984), 심혈관계의 사망률을 감소시키며(MMWR, 1987), 어떤 특정한 형태의 암 발생률을 억제(Garabrant, 등, 1984, Vena, 등, 1987)하는 등, 신체활동이 전반적인 사망률의 감소와 긍정적인 관련이 있음이 최근 속속 증명되고 있다(Paffenbarger 등, 1986).

이러한 운동을 통한 1차 예방(primary prevention)의 효과는 미국의 경우 총 의료비 지출이 4~6%이상이 절감되었고, 일상적이고 규칙적인 운동을 통해 심혈관계의 질환이 감소됨으로써 바로 운동을 통한 건강관리효과가 공중보건관련 예산의 절감이라는 사회경제적인 효과로 나타나며, 이러한 파급 효과는 공중 보건학 전문가와 예방의학 전문가들에 의해 강조되기 시작하였다(Shephard, 1985). 물론, 운동이 개인의 면역기능에 미치는 효과에 대한 보다 구체적인 연구를 위해서는 참여하는 운동의 특성, 강도, 빈도, 기간, 누적되어온 참여기간 등의 활동 형태뿐만 아니라, 개인의 신체적성, 영양상태, 그리고 연령, 성, 인종, 사회계층, 직업, 결혼상태, 가족변수와 기타 개인적인 변수 등 일정한 인구 집단에 대

한 기본적이고 역학적인 정보를 고려해야 하겠지만, 운동이 인체 내에서 여러 가지 물리·화학적 적응현상을 일으킨다는 것은 주지의 사실이다. 그리하여 운동과 훈련에 대한 개인의 생리적 적응은 균일하지는 않지만 심혈관계, 지단백, 신체조성 등 생물적 기전을 숙주에 유리하게 변화·적용시킴으로써 면역 기능에도 영향을 미칠 수 있다는 논리적 유추를 가능하게 하였다.

면역 기능에 결함을 가지고 태어난 사람들은 전반적인 면역 반응의 조절 능력의 손상으로 인해 감염과 암이라는 두 개의 임상적인 합병증에 시달리며, 이러한 합병증에 더하여 자가면역 질환(autoimmune disease)의 발생률이 증가하였고, 감염합병증으로 사망하지 않은 사람들은 특히 임파관 계통의 암의 발생률이 극적으로 높다고 한다(Penn, 1986). 이러한 현상은 면역 반응을 긍정적 혹은 강화하는 방향으로 조절하면, 암의 발생이나 감염으로 인한 질병의 발생률을 낮출 수 있다는 이론적인 추론을 가능하게 하였다. 비록 운동과 면역계 그리고 감염에 대한 연구 결과들이 실험적인 조건에서 얻어지긴 했지만, 적절한 강도의 규칙적인 운동은 면역기능을 긍정적인 측면으로 변화시켜 감염과 암의 발생을 감소시킬 수 있으며, 부적절하거나 과도한 운동은 면역학적 항상성을 교란시키거나 항체반응을 억제시켜 질병에 감염될 비율을 증가시킬 수 있고, 이미 질병에 감염된 경우에는 그 병을 더욱 악화시키거나, 심할 경우 합병증을 유발시켜 사망에 이르게 할 수도 있다(Calabrese 등, 1990).

중추신경계와 면역체계 사이에 복잡한 상호작용, 감염에 대한 감수성, 종양 및 자가면역 질병에 미치는 사회·심리적인 스트레스의 영향에 관한 연구가 면역반응의 증가와 신체적 능력과의 관계에 초점을 맞추어 진행되어 왔고, 적어도 실험적인 조건에서는 이러한 효과가 규명되었다(Simmon, 1990). 아직 충분하지는 않지만, corticosteroids, endorphins, interferon, interleukin-1, 및 catecholamine과 같은 신경내분비 호르몬이 중추신경계와 면역계 사이의 직접적인 상호작용을 매개하는 것으로 알려져 있다(Calabrese 등, 1990).

비록 운동이 다른 형태의 스트레스이긴 하지

만, 많은 신경 내분비 전달물질이 운동에 의해 자극된다. 이는 운동과 심리적인 스트레스가 혈중 임파구와 단구 수를 비슷하게 증가시킨다는 연구로 뒷받침되었다(Landmann, 1984). 그러나 운동과 같은 신체 활동은 심리적 자극, 영양상태, 수면박탈, 상해 등과 같은 면역체계에 영향을 미치는 여러 외부 자극 중의 하나이기 때문에 이러한 임상적 효과와 운동이 직접적으로 상관성이 있다는 것은 입증하기가 어렵다는 주장이 제기되기도 한다. 왜냐하면, 대부분의 건강한 사람들은 일반적으로거나 광범위하게 존재하는 병인에 대해 즉각적이고 효과적인 방어기능을 수행함으로써 면역체계가 잘 기능하고 있고, 더구나 일반 병원에 의한 감수성에도 개인 편차가 심할 뿐 아니라 질병은 오랫동안 진행되고 이러한 과정을 통해서 병리적인 변화가 일어나고 그 변화는 불가역적(irreversible)으로 될 수 있기 때문이다(노병의, 1996).

특히 암의 발생과 진행에 있어서는 이러한 효과를 입증하기가 더욱더 어려운데, 신생물질의 발현과 진행은 수십 년이 걸리 수도 있으며, 서로 다른 종양은 임상적 상황 과정 질병 원인에 따라 매우 다른 양상을 보이기 때문이다(Calabrese, 1990).

운동과 면역기능과의 상호작용에 대한 지금까지의 연구에서는 백혈구 및 백혈구 아형(subset: monocytes, neutrophils, lymphocytes, eosinophils, basophils), T-cell, NK(natural killer)-cell, 보조 T-cell 및 억제 T-cell, B-cell, 면역글로브린(immunoglobulins; IgG, IgA, IgM, IgE, IgD) 보체(complements; C3, C4) 등이 다루어지고 있다.

그러나 연구자들마다 상이한 결과를 제시하고 있고 그들 연구결과에의 다수는 운동을 전후한 단시간내의 변화나 일회성운동 중의 변화에 초점을 두고 있는데, 이들 결과는 일정시간이 지나면, 대개 실험전의 수준치로 회복됨을 보고하고 있어 이러한 짧은 기간 동안의 면역세포의 혈중 변화가 질병에 대한 저항력과 감수성에 영향을 줄 수 있을까하는 의문이 제기된다(Well, 1982; 백원철, 1993; 김수근, 1995; 김복현, 1997). 일회

성 운동에 의해 심·혈관계, 내분비계, 그리고 생화학적인 적응이 일어난다는 사실에 비추어 볼 때 규칙적인 운동을 통해 생체 내에 면역적인 적응이 일어난다는 사실은 의심의 여지가 없다. 비록 모든 것을 고려한 광범위한 연구가 아직은 수행되고 있지 않더라도 기왕에 수행되었던 연구 결과는 의미 있는 단서를 제공한다. 일회성운동이 인간의 면역적 반응에 미치는 영향을 조사한 연구에서는, 훈련군과 비훈련군 간의 차이가 적게 나타나고 있는데, 이는 생활 습관이나 섭생, 유전 등 다소 복잡한 변수가 면역 반응에 미치는 운동의 영향보다 더 많은 영향을 미치기 때문으로 볼 수 있을 것이다(Ferry, 1990; 오윤선, 1998; 유오근, 1998). 실제로 개체의 면역기능을 정확하게 추적하기란 매우 어렵다. 면역체계를 담당하는 세포나 물질의 수나 농도의 변화는 어느 한가지의 자극에 의해 일나는 것이 아니기 때문이다.

지금까지 중학생들을 대상으로 수행되었던 규칙적인 운동의 효과에 대한 연구는 선수의 경기력 향상이나 비만 청소년들의 체중 조절과 같은 외형적인 변수에 관한 것이 대부분이며, 면역기능에 미치는 영향의 정도를 규명한 연구도 단기간의 운동 전·후에 나타나는 변화의 양상에 초점을 맞추고 있고, 장기간의 규칙적인 운동에 따른 면역기능의 변화를 다룬 연구는 없는 실정이다. 그러므로 단기간내의 변화를 관찰하는 일도 의미가 있겠으나 운동이 개체의 면역기능에 미치는 영향을 보다 면밀하게 파악하기 위해서는 일정기간에 걸쳐 운동군과 대조군의 사이에서 발견되는 차이를 살펴볼 필요가 있다.

## 2. 연구의 목적

이 연구는 규칙적인 운동이 건강 유지 및 증진에 긍정적인 영향을 미친다는 여러 연구를 바탕으로 8주간의 유산소 운동 수행이 남자 중학생들의 면역 기능에 미치는 영향의 정도를 파악하기 위하여 계획되었다.

## 3. 연구의 문제

연구의 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은

연구 문제를 설정하였다.

(1) 유산소 운동이 남자 중학생들의 백혈구와 아형(subset)에 미치는 영향의 정도

(2) 유산소 운동이 남자 중학생들의 임파구 하위변수에 미치는 영향의 정도

(3) 유산소 운동이 남자 중학생들의 면역글로브린 및 보체에 미치는 영향의 정도

(4) 유산소 운동이 남자 중학생들의 혈중 지질에 미치는 영향의 정도

#### 4. 용어의 정의

1) 유산소 운동 : 65% HR max의 운동강도, 1일 40~50분, 주 3회의 운동빈도, 운동기간 8주의 200m트랙 달리기(lap time 45초 이내)를 의미한다.

2) 백혈구 아형(subset) : 호중구(neutrophils), 림프(lymphocytes), 단구(monocytes), 호산구(eo-sinophils) 및 호염구(basophils)를 의미한다.

3) 임파구 아형 : T-세포, 보조 T-세포, 억제 T-세포 및 B-세포를 의미한다.

4) 면역글로브린(immunoglobulins) : IgG, IgM 및 IgA를 의미한다.

5) 보체(complements) : C3 및 C4를 의미한다.

6) 혈중 지질 : 총콜레스테롤(TC), 중성지방(TG), 고밀도 지단백 콜레스테롤(HDL-C) 및 저밀도 지단백 콜레스테롤(LDL-C)를 의미한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

이 연구의 피험자는 경기도 여주군 관내 k중학교 학생 중에서 이 연구의 취지를 설명하고,

실험에 자발적인 참여의사를 밝힌 학생 중 학부모의 동의를 얻은 남학생 14명을 선발하였으며, 이중 7명을 실험집단으로 나머지를 비교집단으로 임의 구분하였으며, 이들의 신체적 특성은 <Table 2>와 같다.

## 2. 실험절차

### 1) 예비검사

(1) 체격 측정

① 신장 : 신장계(한국형기제작소)를 사용하여 측정하였다.

② 체중 : 체중계(NAKIVA : JAPAN)를 사용하여 측정하였다.

(2) 운동강도설정

이 연구에서 실험집단에 적용한 운동강도는 65% HRmax로 이었으며, 이것은 단기간의 고강도 훈련이나 경기가 운동 수행능력 및 건강에 부정적인 영향을 미친다는 연구(김복현, 1997; 유오근, 1998, 진영수, 1992), 중등도의 운동을 규칙적으로 시행한 경우에 면역기능을 증가시킨다는 연구(백원철, 1993, 성혜린 1998), 유산소성 운동이 면역기능과 신체조성 및 혈액 성분에 긍정적인 영향을 미친다는 보고(오윤선, 1998; 차성웅, 1999)를 참조하였고, 미국 대학스포츠의학회(ACSM)의 운동이 60% HRmax 수준 이상의 강도에서 실시되는 것이라면 트레이닝에서 총운동량이 체력의 유지 및 향상을 위해 중요한 요인이 된다는 보고를 참조한 것이다.

통제집단은 실험기간동안 일상적인 스포츠활동만을 실시하도록 지도하였다.

(3) 목표 심박수(Target Heart Rate)와 Lap time의 설정

Heart checker(Senoh HNK)를 이용하여 의자에 앉은 자세에서 10분 간격으로 3회에 걸쳐 심박수를 측정하여 평균치를 취하였고, 연령에 따른 최대심박수 추정식(최대심박수=220-연령)에 따라 개인별 최대심박수(HRmax)를 추정하고, 전대

Table 2. Physical characteristics of subjects

Variables	Control group(7)	Experiment group(7)
Age(yr)	15.30±0.50	15.63±0.22
Height(cm)	168.81±3.24	167.44±4.58
Weight(kg)	53.43±5.12	54.29±3.04
Mean±SD		

원(1994)이 사용한 목표 심박수 추정공식에 의하여 목표 심박수를 구하였고, 피험자들이 200 m 트랙을 lap time 45 sec로 달려 800 m를 완주할 경우 목표 심박수의 평균이 65%±5% HRmax에 해당하였으며, 그 내용은 <Table 3>과 같다.

$$\text{목표 심박수(THR)} = \text{안정시 심박수(HRrest)} + \chi\%(\text{최대 심박수}-\text{안정시심박수})$$

## 2) 변수설정

**Table 3.** Heart Rate of subjects

Variables	Control group(7)	Experiment group(7)
HR rest	70.14±3.13	69.00±3.06
HR max	206.86±0.38	206.00±0.00
THR	158.43±1.27	158.14±1.07
Mean±SD		

**Table 4.** Exercise program for First 4 weeks

Warm-up	Stretch(5min) & Calisthenics(5min)	Remarks
	First 2 weeks : interval training(200 m lap time : within 45 sec)	
Aerobic exercise	50 m jogging→100 m dashing→50m jogging repeat 2 times(1'30")→ 3 min active rest(1set)×6sets(32 min)	THR 60%±10%
	Second 2 weeks : interval training(200 m lap time : within 45 sec)	HR max
	800 m track running(3 min)×5sets(15 min) 5 min active rest between set(20 min)	
Cool-down	Stretch(5 min)	

**Table 5.** Exercise program for Second 4 weeks

Warm-up	Stretch(5min) & Calisthenics(5min)	Remarks
	Third 2 weeks : interval training(400 m lap time : within 90 sec)	
Aerobic exercise	100 m jogging→100 m dashing→100 m jogging→100 running consecutive repeat 2 times(3 min)→rest 5min×4sets(32 min)	THR 65%±10%
	Fourth 2 weeks : endurance training(200 m lap time: within 45 sec)	HR max
	1 mile running(6 min)→10min rest(16 min)×2sets(32 min)	
Cool-down	Stretch(5 min)	

### ① 독립변수

독립변수는 중간수준(65% HR max)의 운동강도, 주3회의 운동빈도, 운동기간 8주의 유산소 운동으로 하였다.

### ② 종속변수

종속변수는 피험자들의 일반 혈구 중 백혈구 및 백혈구 아형(subset : Neutrophils, Lymphocytes, Monocytes, Eosinophils, Basophils), 임파구하위변수(T-cell, 보조 T-cell 및 억제 T-cell, B-cell), 면역 글로브린(immunoglobulins; IgG, IgA, IgM), 보체(complements; C3, C4), 혈청 지질(콜레스테롤, 중성지방, 저밀도 및 고밀도 지단백질)로 하였다.

### 3) 운동 프로그램

피험자들의 동기를 유발하고, 탈락자를 없애기 위해 2주마다 다른 운동프로그램을 적용하였고,

**Table 6.** Exercise program for rainy day

	Warm-up Stretch(5min) & Calisthenics(5min)	Remarks
	step 1 : plyometrics training(20 min)	
	5 m leap up×6 times(1 min)→1 min active rest×5 sets(10 min)	
	5 m frog jump×6 times(1 min)→1 min active rest×5 sets(10 min)	
Main exercise	10 min rest	move to gym
	step 2 : agility running(20 min)	
	side step, zig zag, shuttle, semi and boomerang running	
	Cool-down Stretch(5 min)	

우천 시는 실내 체육관에서 보강운동을 실시하였으며, 구체적인 내용은 <Table 4, 5, 6>과 같다.

#### 4) 본 검사

##### (1) 채혈시기 및 방법

이 연구에 참여한 각 피험자들은 사전, 운동수행 4주 후 및 8주 후 8시간이상의 공복을 유지한 상태에서 오전 07:40~08:20분 사이에 전주정맥(antecubital vein)에서 항응고제(EDTA-K3) 처리된 진공 채혈관을 이용하여 채혈하였다.

##### (2) 자료검사 방법

① 백혈구, 임파구, 단구, 호중구, 호산구, 호염구 : 혈액 자동분석기(Advia TM 120 Automated blood cell counter-Bayer, NY, USA)를 이용하여 백혈구, 림프구, 단구, 호중구, 호산구, 호염구의 %와 수를 구하였다.

② T 세포(CD3), B 세포(CD19), 보조 T 세포(CD4) 및 억제 T 세포(CD8) : 혈액에서 분리된 임파구를 단일 크론성 항체인 anti-Leu4-FITC(Fluorescein)를 이용하여 T-cell을, anti-Leu12-PE(Phycoerythrin)를 이용하여 B-cell을, anti-Leu3a-FITC를 이용하여 보조 T 세포를 anti-Leu2a-PE를 이용하여 억제 T 세포를 Flowcytometer(Becton Dickinson, FAC-SCAN : USA)

로 비율을 측정하여 산출하였다.

③ 면역 글로브린(immunoglobulins ; IgG, IgA, IgM) 및 보체(C3, C4) : Cobas mira plus(Roche Diagnostics IN, USA)을 이용하여 Rate Nephometry와 Radial Immuno Diffusion 검사법으로 검사하였다.

④ TC : Cholesterol E kit을 이용하여 검사하였다.

⑤ TG, HDL-C, LDL-C : 효소법(Enzymatic Method) TBA-200FR Automated chemistry analyzer(TOSHIBA, JAPAN)으로 검사하였다.

#### 3. 자료처리

사전·사후 측정치를 spss-win ver. 7.5 프로그램을 이용하여 운동검사 전, 4주 후, 8주 후의 집단간 차이는 t-test, 집단내 자료비교는 one-way ANOVA 검정을 하였으며, 유의한 차이가 있으면 Newman-Keuls로 사후 검정하였고, 유의수준은  $p < .05$ 로 설정하였다.

### III. 결 과

#### 1. 백혈구 및 아형의 검사결과

<Table 7>과 같이 백혈구 및 아형에서 사전 검사, 4주 후 및 8주 후 검사에서 집단간 및 집

**Table 7.** Comparison of Leucocytes and WBC subset

Variables	Blood Sampling	Control group(N=7)		Experimental group(N=7)		t-value
		Mean	SD	Mean	SD	
Leucocytes ( $\times 10^3/\mu\text{L}$ )	before	6.26	1.35	6.70	1.74	.253
	4 weeks	6.53	2.32	6.42	1.33	.075
	8 weeks	5.84	.99	5.89	1.15	-0.107
	F-ratio	.306		.405		
Neutrophils (%)	before	53.27	5.47	50.11	4.56	1.658
	4 weeks	53.39	9.66	53.57	9.75	-0.306
	8 weeks	54.12	6.65	49.19	4.60	1.162
	F-ratio	.306		.405		
Lymphocytes (%)	before	37.44	4.32	34.71	4.20	-1.319
	4 weeks	37.27	8.80	37.50	8.42	-0.050
	8 weeks	36.14	7.14	40.47	3.54	-1.436
	F-ratio	.071		2.151		
Monocytes (%)	before	4.71	.91	4.20	1.10	0.951
	4 weeks	4.79	.81	4.01	.89	1.705
	8 weeks	4.71	.99	5.09	.75	-0.790
	F-ratio	.014		2.690		
Eosinophils (%)	before	1.83	.70	2.20	1.10	-0.753
	4 weeks	1.83	.71	2.27	.66	-1.214
	8 weeks	2.41	1.45	2.73	1.47	-0.402
	F-ratio	.776		.453		
Basophils (%)	before	.64	.23	.51	.17	1.172
	4 weeks	.51	.19	.41	.11	1.231
	8 weeks	.56	.21	.46	.08	1.195
	F-ratio	.673		1.156		

단내에서 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, 단구에서는 실험군에서 운동처치 8주 후 사전 검사에 비해 17.48%의 증가를 보였으나 통계적인 유의성은 없었다.

## 2. 림프구 아형의 검사결과

<Table 8>과 같이 T-세포 및 보조 T-세포는 실험집단 내에서 운동처치 8주 후에 유의한 차이가 있었으나( $p < .05$ ) 억제 T-세포에서는 집단 간 및 내에서 유의한 차이가 없었고, B-세포는 운동처치 4주 후 1차 및 2차 검사 모두에서 집단간에 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ).

**Table 8.** Comparison of Lymphocytes subsets

Variables	Blood Sampling	Control group(N=7)		Experimental group(N=7)		t-value
		Mean	SD	Mean	SD	
T-cell(%)	before	59.01	7.27	56.06	4.28	0.927
	4 weeks	62.69	8.66	60.39	5.55	0.591
	8 weeks	63.74	7.66	63.53	5.53	0.900
	F-ratio	.416		5.016*		
	N · Keuls			before : 8ws		

Th(%)	before	26.54	2.41	24.57	5.02	-0.014
	4 weeks	29.36	3.32	28.01	5.62	0.544
	8 weeks	29.06	3.57	31.57	6.00	-0.012
	F-ratio	.586		5.509*		
	N · Keuls	before : 8ws				
Ts(%)	before	31.30	6.25	34.34	5.57	-0.962
	4 weeks	32.47	6.27	33.56	5.53	-0.344
	8 weeks	31.00	5.43	29.93	5.42	0.369
	F-ratio	1.281				
	N · Keuls					
B-cell(%)	before	14.10	1.74	15.23	2.83	-0.090
	4 weeks	11.90	4.84	17.00	2.73	-2.430*
	8 weeks	13.63	1.66	20.10	2.79	-5.269*
	F-ratio	.014		2.690		
	N · Keuls					

\* p<.05 Th; 보조 T-세포, Ts; 억제 T-세포

### 3. 면역글로브린 및 보체의 검사결과

Table 9. Comparison of Immunoglobulins and Complements

Variables (mg/dL)	Blood Sampling	Control group(N=7)		Experimental group(N=7)		t-value
		Mean	SD	Mean	SD	
IgG	before	1503.00	331.13	1302.86	119.89	1.504
	4 weeks	1248.00	178.75	1002.57	171.98	2.628*
	8 weeks	1289.29	264.07	1000.29	144.19	2.541*
	F-ratio	1.862		9.824*		
	N · Keuls	bef : 4ws&8ws				
IgM	before	153.71	29.64	160.71	22.83	-0.495
	4 weeks	153.00	28.15	162.14	24.09	-0.653
	8 weeks	156.29	27.30	164.29	15.91	-0.670
	F-ratio	.306		.405		
	N · Keuls					
IgA	before	181.71	58.12	165.29	37.21	0.630
	4 weeks	181.29	64.06	166.00	38.93	0.540
	8 weeks	172.29	60.40	160.00	38.73	0.453
	F-ratio	.327		2.102		
	N · Keuls					
C3	before	100.89	15.36	98.09	10.62	0.397
	4 weeks	104.81	13.60	102.11	10.03	0.423
	8 weeks	107.03	14.13	108.53	7.98	-0.245
	F-ratio	.327		2.102		
	N · Keuls					



	before	20.71	3.09	18.13	4.47	1.259
C4	4 weeks	19.13	2.85	19.99	4.90	-0.400
	8 weeks	17.86	3.08	17.20	4.89	0.301
	F-ratio	1.584		.623		
N · Keuls						

※ p<.05

<Table 9>와 같이 IgG는 운동처치 4주 후 1차 2차 검사모두에서 집단간에 유의한 차가 있었다(p<.05). 실험군내에서는 운동처치 4주 후 1차 검사에서 사전검사에 비해 29.95% 감소하여 집단내에 유의한 차가 있었으나(p<.01), IgM과 IgA에서는 집단간 및 내에서 유의한 차이는 없었다.

보체에서는 집단간 및 집단내에서 유의한 차이가 없었다.

#### 4. 혈중 지질 검사결과

<Table 9>와 같이 TG는 통제군에서 운동처치 8주 후에 2.98% 감소하였고, 실험군에서는 사전검사에 비해 24.48% 감소하여 집단간 차이가 있었다(p<.05).

실험군 내에서는 운동 처치 8주 후에 TG는 사전검사에 비해 24.48% 감소하여 유의한 차이가 있었고(p<.05), HDL-C는 운동처치 8주 후에 사전검사에 비해 16.01% 증가하여 유의한 차이가 있었고(p<.05), LDL-C에서는 운동처치 4주 후에 사전검사에 비해 19.74% 감소하여 유의한 차이가 있었다(p<.05).

Table 10. Comparison of Blood Adipose Components

Variables	Blood Sampling	Control group(N=7)		Experimental group(N=7)		t-value
		Mean	SD	Mean	SD	
TC(mg/dL)	before	144.29	21.22	147.71	11.94	-0.373
	4 weeks	142.14	17.90	140.14	4.74	0.286
	8 weeks	142.57	18.30	138.71	7.52	0.516
	F-ratio	.024		2.217		
	N · Keuls					
TG(mg/dL)	before	59.43	15.11	54.00	9.18	1.112
	4 weeks	59.71	18.57	53.00	9.83	0.845
	8 weeks	57.71	22.22	43.38	11.79	2.577*
	F-ratio	.023		5.067*		
	N · Keuls			before : 8ws		
HDL-C (mg/dL)	before	49.00	5.77	48.71	4.31	-0.630
	4 weeks	49.14	5.14	53.00	6.22	-1.264
	8 weeks	51.29	4.50	58.00	4.97	-1.466
	F-ratio	.430		5.179*		
	N · Keuls			before : 8ws		
LDL-C (mg/dL)	before	77.86	17.73	78.00	10.95	0.163
	4 weeks	71.29	15.55	65.14	7.84	0.933
	8 weeks	74.00	16.58	69.14	6.39	0.574
	F-ratio	.275		5.295*		
	N · Keuls			before : 4ws		

※ p<.05

## IV. 고 찰

### 1. 백혈구 및 백혈구 아형의 변화

운동으로 유도된 백혈구 수는 불과 몇 초이건 수 시간에 걸친 것이건 간에 운동 뒤에는 백혈구가 증가한다는 사실은 수많은 문헌에서 증명되고 있다. 그 증가량은 운동 강도 및 지속시간에 따라 복합적으로 변화된다(차성웅 등, 1996). 백혈구 수의 증가는 호중구, 림프구, 단핵구의 증가와 관계가 있으며, 체력수준과는 부적 관계를 보이며, 특히 호중구 수의 증가에 의해 가장 많은 영향을 받는다고 제시되어 있다(McCarthy 등, 1988). 그러나 운동에 의해 발생하는 백혈구 수, 분포 및 증식은 일시적인 현상이며, 면역기능이 이런 변화에 의해 영향을 받는지는 명확하게 규명되어 있지 않다(Mackinnon, 1993).

면역기능에 대한 운동의 효과로 과립구증(granulocytosis), 임파구증(lymphocytosis), 단핵구증(monocytosis)이 보고되고 있으나 이런 효과는 운동 직후에만 나타나며 운동 후 수 시간 내에 운동 전 수준으로 돌아가는 것으로 알려져 있다(진영수 등, 1992). 운동에 의한 과립구 수의 경우 Smith 등(1989)은 고강도 지구성 운동 후에 현저히 증가하는 반면 단기간 혹은 저강도 운동 일 때는 크게 변화하지 않는다고 하였다. 임상적으로 성인 남성 및 여성 선수 및 마라톤 선수의 휴식 시 단핵구 수는 정상 범위 내에 분포(Davidson 등, 1987) 하는 것으로 나타난 반면 단기간 고강도 운동과 지구성 운동 시 혹은 운동 후에는 현저히 증가한다(Nieman 등, 1989). 단핵구 수 증가는 운동 중 단핵구가 싸이토카인을 분비하고, 순환계로 이동하기 때문에 체력수준과 운동기간에 영향을 받는 것처럼 보인다(Mackinnon, 1993). 많은 연구들이(Eskola 등, 1978; Hedfors 등, 1976; Moorthy 등, 1978; Soppi 등, 1982) 급격한 운동 후 15~45분 정도를 지속하여 말초 혈관의 백혈구가 일시적으로 증가한다고 하였으나 이와는 상반된 연구결과도 있다(Robertson 등, 1981). 운동 후 백혈구가 증가한다고 보고한 것은 이러한 일시적인 백혈구

증가증 때문일 수도 있다. 운동 후 백혈구가 증가하는 현상은 비단련군에 비해 단련군에서 보다 덜 나타나는 것으로 발표되고 있다(Busse 등, 1980). 이것은 급격한 운동 스트레스에 따른 cortisol과 epinephrine의 증가가 단련군에 비해 비단련군에서 높기 때문인 것으로 알려지고 있다(Robertson 등, 1981). 다형핵 백혈구 분포의 순환에 있어서의 급격한 변화는 급격한 운동 전·후의 일시적인 현상으로 부분적으로는 피험자의 조건 수준에 영향을 받는 것으로 생각된다. 이러한 짧은 기간의 백혈구 증가현상은 숙주의 방어능력을 유의하게 증강시킬 수 있는지는 의문스럽지만 불가능한 것은 아니다(Calabrese, 1990). Gren 등(1981)은 20명의 마라톤 선수들의 혈액 검사를 통해서 T-세포 및 비 T-세포의 수, polymorphonuclear 백혈구 수, 식세포의 식작용(phagocytosis), 세포독성, 혈장 면역글로브린, 보체 C3와 C4 그리고 factor B, 그리고 임파구 증식능력을 알아보았다. 이 연구는 17명은 휴식 상태에서 3명은 16 km 달리기 1분 이내에 채혈하여 실시하였다. 이 중 10명의 백혈구 수가 비교적 낮았는데 이 결과가 비록 통제군에 의한 비교로 검증되진 않았지만 Hanson 등(1981)의 6명의 훈련 그룹을 분석한 결과와 일치하여 신뢰성을 더해 주었다.

이 연구에서도 처치기간별 집단간 유의한 차이가 없었으나 실험집단 내에서 계속해서 감소하는 경향을 나타내어 Davidson 등(1987), Green 등(1981), Moorthy 등(1987)의 훈련된 운동 선수의 경우 안정시 백혈구의 수가 낮다고 하는 보고를 뒷받침하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 이러한 결과는 오윤선(1988)이 중년 여성을 대상으로 24주간의 유산소 운동 후 집단간 백혈구 수에 의미 있는 변화가 없었다는 보고와 유오근(1998)의 남자고등학생을 대상으로 8주 sprint training 처치 후 집단간 유의한 차이가 없었다는 보고 및 Ferry 등(1990), Nehlsen-Cannarella 등(1991), Oshida 등(1988) 등의 훈련자와 비훈련자 그리고 훈련전과 훈련후의 백혈구의 수를 비교한 대부분의 연구에서는 휴식 시

백혈구 수에 대한 의미 있는 차이가 없었다는 보고 및 Green 등(1981)의 훈련된 운동 선수의 경우 안정 시 백혈구의 수가 낮았다는 보고와 일치하였다. 이렇게 처치기간에 따라 백혈구 수가 감소한 것은 이 연구의 피험자들에게도 훈련의 효과가 있어 백혈구수가 감소한 것으로 보여진다. 이와 같이 장기간의 운동이후 백혈구 총량이 감소하는 기전은 카테콜라민의 소모가 한 원인일 수도 있다고 알려져 있다(차성웅 등, 1996).

호중구는 운동 부하에 의해 그 절대치가 증가하지만, 통산 그 증가는 일과성으로 운동 후 45분에서 2시간 사이에 운동 전 수준으로 되돌아간다고 한다. 호중구의 증가는 세포외액으로부터 혈액 속으로의 이동현상, 혈액 농축으로 인한 증가, 운동부하로 인해 폐나 비장과 같은 기관의 혈액 순환량이 증가되어 이들 기관의 공간에 있던 백혈구가 순환 혈액 속으로 이동하는 현상, 운동에 의해 interleukin 1과 같은 cytokine이 호중구 생산을 자극하는 현상 등에 의해 영향을 받는다(유오근, 1998).

이 연구에서도 호중구는 실험집단의 경우에는 실험처치기간별로 증가하는 현상을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었는데, 이러한 결과는 12주간의 트레이닝 처치 후 실험집단에서 호중구의 감소를 확인했다는 유오근(1998)의 결과와는 상반되는 결과였다.

단구, 호염구, 호산구 등의 아형에서도 통계적으로 유의한 차이는 없었는데, 이러한 결과는 오윤선(1998)의 24주간 유산소 트레이닝 처치 후 하위변수 전체에서 차이가 발견되지 않았다는 보고와 일치하였다.

일반적으로 규칙적인 운동이 건강을 증진시킨다는 측면에서 이 연구에서 실시한 운동 프로그램에 참여한 집단이 비교집단에 비해 면역기능의 향상을 기대해 볼 수 있었으나 집단간 호산구 수, 호염구 수, 호중구 수, 단핵구 수, 림프구 수와 림프구 절대치간에는 차이가 없었으며, 기간간에도 호산구 수, 호염구 수와 단핵구 수, 임파구, 림프구 수와 절대치간에는 차이가 없었으나 단구에서는 실험군에서 운동처치 8주 후 사

전검사에 비해 17.48%의 증가를 보여 유의 수준이  $p=.096$ 로 나타났는데 통계적인 유의성은 없었어도 피험자의 사례수를 고려한다면 상당히 증가한 것이었다.

이와 같이 백혈구 수 및 하위변수들이 감소하거나 변화가 없는 이유는 운동 프로그램이 장기간 실시되었음에도 불구하고 스트레스 호르몬(에피네프린, 코티솔), 골수로부터 미성숙 백혈구의 방출량 및 혈장량과 혈액농도에 영향을 미칠만큼의 운동강도가 아닌 것에 기인한 것으로 볼 수 있다.

## 2. 림프구 아형의 변화

운동과 림프구에 관련된 연구들은 주로 T-세포에 초점을 두고 연구되어 왔다. T-세포와 아형들은 중요한 면역 매개 변수로 운동수행에 따른 면역기능의 변화를 분석할 때 보편적으로 활용되는 지표로 사용된다.

Liesen 등(1989)은 단련자와 비단련자 사이에 T-세포와 그 하위변수에 큰 차이가 없음을 보고하였고, Nieman(1994)은 60%HR, 5일/주로 15주간 걷기 운동 실시 후 비단련 비만 여성에서 T-세포의 수치가 6주부터 증가하여, 15주 후에는 더욱 증가하였다고 하였으며, Watson 등(1986)은 비단련자인 남성의 경우 70~85%  $VO_2$  max 강도의 트레이닝 실시 15주후 T-세포가 증가하였고, 유오근(1988)은 12주간의 sprint training 처치 후 T-세포가 실험집단에서 유의하게 증가하였다( $p<.05$ )고 보고하였다.

이 연구에서도 T-세포는 운동 처치기간에 따라 집단간에 유의한 차이는 없었으나, 실험 집단에서 8주 후 사전검사에 비해 11.75%증가하여 유의한 증가를 보여( $p<.05$ ) 유오근(1998), 오윤선(1998) 등의 선행 연구와 일치하였다. 이와 같이 T-세포 수의 증가는 운동수행 시 증가하는 카테콜라민 및 교감신경계의 활성화에 기인하는 것으로 알려져 있다(유오근, 1998).

Blalock(1984)은 훈련된 지구성 선수들은 비지구성 선수들에 비해 임파구와 T-세포수가 낮으며, 체력을 유지하기 위해 지속적으로 트레이닝

을 수행한 조깅 선수, 장거리 달리기 선수 혹은 수영 선수들의 경우에도 운동강도 수준에 따라 임파구수와 T-세포수의 감소 정도가 다르다고 보고하였고, Haq 등(1993)도 마라톤과 같은 지구력 훈련을 장기간 하면 보조 T-세포와 억제 T-세포의 절대치와 상대치가 모두 감소한다고 하였다. 한편 오윤선(1998)은 24주간의 유산소 운동을 수행한 중년 여성에서 보조 T-세포와 억제 T-세포 모두 유의한 변화가 없었다고 보고하였다.

이 연구에서는 보조 T-세포는 실험군에서 운동처치 기간별로 계속 증가를 보이다가 운동 처치 8주 후에 유의한 차이를 보여( $p<.05$ ) 12주간의 sprint training이 남자고교생의 보조T-세포를 유의( $p<.05$ )하게 증가시켰다는 유오근(1998)의 연구와 일치하는 결과를 보였으나 Haq 등(1993)의 연구결과와는 상반된 결과였다. 억제 T-세포에서는 운동처치 기간별 집단간 유의한 차이는 없었으나 실험집단에서 꾸준한 감소하는 현상을 보여 Oshida 등(1988)의 지구성 운동 후 억제 T-세포 수가 감소하였다는 보고와 유오근(1998)의 12주간의 sprint training이 남자고교생의 억제 T-세포가 감소하였다는 보고와 일치하는 결과로 선행연구 결과를 뒷받침하였다.

B-세포는 운동처치 4주 후 및 8주 후에 집단간 유의한 차가 있어( $p<.05$ ) 선행연구 결과를 뒷받침하였으나, 오윤선(1998)의 24주간의 유산소 트레이닝 후 B 세포에 변화가 없었다는 보고와는 다른 결과였다.

### 3. 면역글로브린 및 보체의 변화

운동에 의한 면역글로브린(immunoglobulins)의 변화는 학자들 간에 이견이 많은 변수 중의 하나이다. Nieman 등(1989)은 인체내에서 운동에 의해 면역글로브린의 혈중 농도에는 변화가 없었다는 것을 남자 마라톤 선수의 경우 안정시 IgA와 IgM의 농도는 임상적으로 정상 수준 범위에 있다는 것과 B세포 수의 경우에도 운동시 현저하게 증가하나 운동직후에 빠르게 안정시 수준으로 회복되는 것으로 설명하였다. Hanson과 Flaherty(1981)역시 규칙적인 운동 후 IgG,

IgA, IgM, IgE의 농도를 측정 한 결과 변화가 없었으며, 훈련된 육상 선수의 경우도 혈청 IgG, IgA, IgM, IgE 수준의 장거리 달리기 직후 및 회복 24시간 후 안정 시 수준을 유지하였음을 보고하였고, Mackinnon 등(1989)도 혈청 IgG, IgA, IgM, IgE의 농도를 운동선수 및 비운동선수 모두 단시간 최대운동 검사후에 변화가 없었으며 고강도의 싸이클 운동 2시간 후에도 변화가 없었다고 하였다.

이 연구에서도 IgA는 처치기간별로 거의 변화가 없었다. Wit(1984)는 우수 장거리 선수의 경우 혈청 IgG 농도는 일반인에 비해 안정시 수준보다 더 높은 것으로 보고하였고, Nehlsen-annarella 등(1991)도 장기간의 적절한 훈련에 대한 혈청 면역 글로블린 증가를 보고한 바 있고, Ferry 등(1990)도 일반인들 보다 운동선수들은 단기간 최대 운동 시 B세포 수가 현저하게 증가한 것으로 보고하였다. Hanson과 Flaherty(1981)는 규칙적인 운동 후 IgG, IgA, IgM, IgE의 농도를 측정한 결과 변화가 없었으며, 훈련된 육상 선수의 경우도 혈청 IgG, IgA, IgM, IgE 수준의 장거리 달리기 직후 및 회복 24시간 후 안정시 수준을 유지하였다고 보고하였다. Mackinnon, 등(1989)도 혈청 IgG, IgA, IgM, IgE의 농도를 운동선수 및 비운동선수 모두 단시간 최대운동 검사후에 변화가 없었으며, Nieman 등(1989)도 고강도의 싸이클 운동 2시간 후에도 변화가 없는 것으로 보고하였다.

이 연구에서 IgG는 운동처치 4주 후 및 8주 후에 집단간 차이를 보였고( $p<.05$ ), 운동처치기간별 집단내 변화에서도 IgG는 1차 검사에서 유의한 감소를 보였는데( $p<.05$ ), 이러한 결과는 오윤선(1998)의 24주간의 중년 여성의 유산소 트레이닝 후 IgG가 감소했다는 결과와 일치하였고, 12주간의 남자고교생에게 sprint training 처치 후 IgG가 증가했다는 유오근(1998)의 결과와는 상반된 것이었다. IgM은 처치기간별로 계속 증가를 보였으나 유의한 차이는 없었지만, Kumae 등(1994)이 18~24세의 건강한 남자에게 하루 오전1시간, 오후 1~2시간, 저녁 1시간 정도씩 하

루 3~4시간의 파워 및 근파워 트레이닝을 10주간 실시한 후 IgA는 121%, IgM은 112%가 증가했다는 보고와, 12주간의 sprint training이 남자 고교생의 IgM을 증가시켰다는 유오근(1998)의 결과와 일치하였다. Mackinnon(1993)은 보조 T-세포가 B-세포의 분화와 면역 글로브린 합성에 있어서 필수적이기 때문에 면역 글로브린 생성의 증가원인은 채혈 시 임파구의 하위변수들의 일시적 변화로 설명할 수 있다고 하였다. 즉 B-세포의 면역 글로브린 생성과 능력은 유지되나 보조 T-세포수가 적을수록 면역 글로브린 생성 자극은 약해진다고 하였는데, 이 연구 결과에서 IgM이 운동 후에 통계적으로 유의하게 증가했는데( $p < .05$ ), 이는 보조 T-세포의 증가에 영향을 받았을 가능성이 높은 것으로 생각되었다.

#### 4. 혈중 지질의 변화

운동에 의한 콜레스테롤의 변화는 다양하게 나타난다. 반복적이고 지속적인 운동은 총 콜레스테롤과  $\beta$  지단백( $\beta$ -lipoprotein)치를 낮추는데, 이것은 음식물의 섭취나 체중의 증감과는 관계 없이 나타난다는 보고들이 있다(Young 등, 1965; Dufaux 등, 1982; Linder 등, 1984).

DuFaux(1982)는 총 콜레스테롤치(TC)가 낮아지는 것은  $\beta$  지단백과 pre- $\beta$  지단백의 감소 때문이라고 하였다.

콜레스테롤은 운동군이 비운동군 보다 통계적으로 유의하게 낮다는 연구 결과들이 많다(Dufaux 등, 1982; Linder 등, 1984; Davies 등, 1981). 반면에 지구성 운동에서는 초기값이 낮으면 콜레스테롤치 변화에 별다른 영향을 주지 못한다는 보고나 운동전후의 검사수치에서 변화가 없었다는 발표들도 있다(Young 등, 1965; Zung 등, 1983; Zuit 등, 1973). Davies 등(1981)은 지구성 운동중에 지방사용이 크게 활성화되는 것은 근의 산화 능력 증가와 관련성이 있으며 그것은 근육 조직당 미토콘드리아 농도 증가가 원인이며, 이것은 구연산 사이클의 잠재력 증가 및 베타 산화, 케톤체 산화, 전자수송계의 잠재력이 증가하는 것이라고 하였다. 반면에 전체

콜레스테롤의 변화가 없거나 서서히 낮아진다는 보고도 있다(Dufaux 등, 1982). 이 연구에서도 TC는 실험집단에서 운동 처치 기간별로 감소를 보였으나 통계적인 유의성은 없었으며, Linder와 Durant(1984)는 콜레스테롤이 높은 경우는 지속성 운동이 수치를 낮추는데 의의가 있으나 낮은 경우에는 변화가 없다고 한 연구결과와 일치하였다.

혈중 TG는 신체적 훈련에 의해 20~60%까지 감소시킬 수 있다는 구체적인 연구가 많다(Wilmore, 1983; Wood, 1983; Lindgren, 1983). 실제로 규칙적인 운동을 하면 중성지방이 가장 현저히 떨어지고 콜레스테롤도 감소하는데 이는 중성지방으로부터 유리되는 지방산이 운동의 에너지원으로 사용되는 비율이 높아지고 운동에 의해 혈중 중성지방의 흡수가 운동근육에서 4배정도 높아지기 때문이라고 한다(안황균과 진영수, 1988). 지구성 운동은 음식물의 섭취나 체중과는 무관하게 콜레스테롤치가 감소하며 격렬한 운동 후 2일부서는 콜레스테롤과 중성지방이 감소 현상을 보이는데 이것은 일회적 운동에서 카테콜라민(Catecholamine)과 성장호르몬의 영향으로 지질이 에너지원으로 사용되기 때문이며 유산소성 에너지 대사과정에 관여하는 효소를 활성화하고 미토콘드리아 수를 증가시켜 지질을 에너지원으로 활용하게 하는 능력이 증가되기 때문이라 보고 있다(안경모 등, 1991). 유산소성 운동 시 지방으로부터 에너지가 동원되는 것은 운동으로 인해 교감신경이 흥분되고 이에 따라 Catecholamine의 분비가 증진되고, Catecholamine의 증가는 성장 호르몬과 glucagon의 분비를 촉진시키고 insulin의 분비는 감소시킨다. 또한 LPLA(Lipoprotein Lipase Activity)가 활성화되어 lipolysis가 촉진됨에 따라 지방으로부터 에너지가 동원되기 때문이다. 또한 간에서 TG 합성을 유발하는 HTGLA(Hepatic Triglyceride Lipase Activity)를 저하시켜 TG의 합성률이 낮아지므로 결국 혈중 TG는 감소한다(Wilmore, 1983).

현송자(1991)에 의하면 70% 운동강도로 8주간 조깅 프로그램에 의해 운동시킨 결과, TG치가

41.6% 감소하여 통계적으로 유의한 변화를 가져왔다고 보고하고 있으며, 진영수 등(1998)은 운동 전 고중성지방혈증이었던 그룹이 운동 후 정상수치로 환원하였다고 보고하였다. TG는 관상동맥질환의 위험과 관련이 있다는 보고도 있지만 상반되는 결과도 많아서 그 관련성은 확실하지 않으며 독립된 한 위험 인자라기보다는 부수적으로 여러 다른 위험 요인들과 함께 작용할 때 위험 요인으로 간주된다는 설이 지배적이다 (Lewis, 1987; Austin 등, 1989).

이 연구에서도 중성지방은 운동처치 기간별로 계속 감소현상을 보였으며, 2차 검사에서 집단간에 유의한 차이가 있었고( $p < .05$ ), 실험집단에서 TG는 운동처치 8주 후 2차 검사에서 사전검사에 비해 24.48% 감소하여 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ). 이는 안병철(1998)의 초등학생을 대상으로 한 유산소성 운동과 식사요법을 병행한 실험에서 TC, TG에서 유의하게 감소하였고, HDL-C는 유의하게 증가하였다는 보고, 김종인(1995)의 당뇨병 환자를 대상으로 유산소성 운동처방을 실시한 연구에서 HDL-C의 유의한 증가와 TG의 유의한 감소를 나타냈다는 보고와 허은재(1999)가 초등학생을 대상으로 8주간의 유산소 운동수행 후 중성지방이 유의하게 감소했다는 보고와 일치하였다.

규칙적인 운동은 TC의 수준을 낮게 해주고 반대로 HDL-C를 높여주는 것으로 밝혀졌다. 규칙적인 유산소 운동에 의해 안정시 HDL-C농도가 증가하는 것으로 알려져 있는데 그 이유는 운동에 의해 혈장내 LPLA(Lipoprotein Lipase Activity)가 활성화 되어 chylomicron(유지저립), VLDL(Very Low Density Lipoprotein) 및 LDL내의 콜레스테롤이 HDL로 전환되는율이 증가되고 간의 HTGLA가 운동에 의해 통제됨으로써 HDL의 catabolism이 낮아지기 때문이라 했다. Nikkilia 등(1978)에 의하면 규칙적 운동에 따른 HDL-C수준의 증가는 운동자극으로 인해 nascent(발생기) HDL이 혈장내로의 유입이 증가됨으로 인해서도 비롯된다고 한다. 일반적으로 안정 시 혈중 HDL-C농도가 높으면 운동에 의한

HDL-C의 증가는 상대적으로 낮아지고, 초기 수치가 낮으면 그 증가폭은 크다고 한다. Enger 등(1977)은 운동으로 10~35% 정도 HDL-C가 증가되는 것으로 보고하였고, Wood(1988)의 보고에서도 HDL-C는 규칙적인 운동에 의하여 증가한다고 하였고, Skinneers(1987)는 일시적인 유산소성 운동에 따라 HDL-C가 유의하게 증가한다고 하였으며, Leon 등(1979)은 비만 남성들을 대상으로 하여 활력적인 워킹 프로그램을 수행함에 따라서 HDL-C의 유의한 증가를 보고하였다. HDL-C는 동맥경화의 예방인자로 알려져 있는데 지속적인 운동으로 lipoprotein lipase를 활성화하여 VLDL, Chylomicron의 가수분해를 촉진시켜 HDL-C를 증가시킨다. 이때 운동량이 운동의 강도보다 더욱 밀접한 관계가 있는데 중등도의 운동강도로 장기간의 운동이 HDL-C를 증가시키는데 더욱 효과적이라 한다(Whayne 등, 1981).

이 연구에서도 실험집단에서 운동처치기간에 따라 HDL-C가 증가하는 현상을 보이다가 2차 검사에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ). LDL-C의 경우에는 실험집단에서 운동처치 기간에 따라 꾸준히 감소하였으며, 2차 검사에서 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ). 이러한 결과는 모두 선행연구 결과와 일치하는 것으로 이 연구에서 부여한 65% HRmax의 운동강도가 피험자들에게 효과가 있었다.

운동과 면역을 탐구함에 있어 반드시 고려해야 할 사항이 결과에 영향을 미칠 수 있는 변수이다. 이 분야에 대한 몇몇 연구들이 상이한 결과들을 내놓고 있는 것은 운동의 특성, 강도, 기간, 표본추출의 시기, 면역반응 검사기법, 및 단련군과 비단련군 등에 의해 기인된 것으로 생각할 수 있다. 따라서 앞으로의 연구에서는 다양한 실험 대상에 대한 다양한 운동부하부여를 통해 면역기능에 기여하는 변수들의 변화를 추적하는 보다 상세한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## V. 결 론

이 연구는 규칙적인 운동이 남자중학생들의

면역기능에 미치는 영향을 알아보기 위한 것이었으며, 중학교 남학생 14명을 대상으로 실험집단 7명 비교집단 7명을 임의 구분하여 실험집단에겐 중간수준(65% HR max)의 운동강도, 주3회의 운동빈도, 운동기간 8주간의 유산소 운동 처치를 하였다.

관찰변수는 백혈구와 백혈구 아형(subset), 임파구 하위변수, 보체 및 면역글로브린, 콜레스테롤, 중성지방, 고밀도지단백질 및 저밀도지단백질이었으며, 이들을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 백혈구와 그 아형에서는 집단간 및 집단내 모두에서 유의한 차이가 없었다.
2. 림프구 아형에서는 집단간 B-세포에서 유의한 차이가 있었고( $p<.05$ ), 집단내에서는 T-세포, 보조 T-세포 및 B-세포에서 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ ).
3. 보체에서는 집단간 및 집단내 모두에서 유의한 차이가 없었다.
4. 면역 글로브린에서는 IgG에서 집단간 및 집단내에서 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ ).
5. 혈청 지질에서는 TG에서 집단간 유의한 차이가 있었고( $p<.05$ ), 집단내에서는 TG, HDL-C 및 LDL-C에서 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ ).

위 결과로 보아 규칙적인 유산소 운동이 면역기능을 강화함으로써 병원체에 대한 숙주의 저항력을 높일 수 있으며, 혈청지질에 긍정적인 영향을 미쳐 심·혈계 질환의 예방효과도 높은 것으로 나타났다. 그러나 이 연구에서는 백혈구와 그 하위변수 및 보체에서는 예상되었던 변화를 관찰할 수 없었다. 앞으로의 연구에서는 실험 대상과 운동부하부여방법의 다양화를 통해 백혈구와 그 하위변수 및 보체의 변화를 추적하는 보다 상세한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

1. 강희성 외 6인(공역)공역. 운동생리학, 서울:

- 대한미디어, 1996.
2. 고희환. 체육측정평가, 연세대학교 출판부, 1994.
3. 김기진, 황덕준, 김영숙. 규칙적인 운동이 임파구의 면역기능에 미치는 영향. 체육과학논총 3(3). 1~31, 1994.
4. 김대식 외 11인(공역). 면역생물학(Janeway, C.A. The immune system in health and disease. New Heaven: Elsevier Science Ltd/Garland Publishing, 1999), 서울: 라이프사이언스, 2000.
5. 김종인. 유산소성 운동이 인슐린 비의존성 당뇨병 환자의 당지질 및 Apoli-protein 대사에 미치는 영향. 부산대학교 대학원 박사학위논문, 1995.
6. 김성철. 중년남자의 규칙적인 운동이 생리적 연령과 체력 연령에 미치는 영향. 전남대학교 대학원 박사학위 논문. 1998
7. 김혜정. 강도를 달리한 운동부하가 세포성 면역기능에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원, 석사학위 논문 1-8, 1998.
8. 김갑수. 운동부하에 따른 혈액의 유형성분과 혈장 단백질 및 요소 요산의 생화학적 변화에 관한 연구-국가대표급 태권도 선수를 중심으로- 연세대학교 교육대학원 석사학위 논문 33-37, 1998.
9. 김수근. 운동유형과 환기역치가 인간의 면역 반응에 미치는 영향. 동아대학교 대학원 박사학위 논문 8-15, 1995.
10. 김수근, 여남희. 인체의 면역기능 향상을 위한 운동처방에 관한 연구. 운동과학 6(2): 151-164, 1997.
11. 김복현. 운동강도에 따른 단련자와 비단련자간의 면역세포에 관한 비교연구. 경희대학교 대학원 박사학위 논문 21-77, 1997.
12. 김의수. 남자 중학생의 체밀도 및 체지방량 추정에 관한 연구. 한국 운동과학회 학술심포지움 1(2): 74, 1991.
13. 김종환, 이선상. 유산소성 운동이 여고생의 혈중지질과 혈당에 미치는 효과. 경희대학

- 교 체육과학논총 6: 213-221, 1993.
14. 김창규. Exercise, Fat, and Physical Fitness. 체육학 연구 발표 논문, 고려대학교 출판부 79, 1981.
  15. 남철현. 보건교육 및 건강증진, 서울: 계축문화사, 1998.
  16. 남태호, 차성웅, 한성섭, 오덕자(1997). 기초 건강검사에 의한 비만 여고생의 신체조성. 혈액성분, 면역기능 분석, 부산대학원 체육과학연구소 논문집 제13호 272.
  17. 노병의(역). 기본역학, 서울: 대학서림, 1996.
  18. 류형우. 운동요법과 고려수지요법이 비만아의 체지방량, 혈당, 유리지방산에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문 14-15, 1996.
  19. 박덕배. 운동선수의 최대 운동후 면역기능의 반응. 한국체육대학교 사회체육 대학원 석사학위 논문 8-11, 1998.
  20. 박원양, 박순영. 도시지역 중고교생들의 피하지방후 측정에 의한 총 지방량 측정에 관한 연구. 경희대학교 의과대학 논문집 1(1): 24, 1976.
  21. 박용익. SAS를 이용한 보건통계 조사 분석론, 경산대학교 출판부, 1998.
  22. 박정의. 운동과 콜레스테롤. 대한 스포츠의학회지 4(2): 216-223, 1986.
  23. 박철. 최대운동시 단련자와 비단련자간의 면역기능의 비교. 전북대학교 대학원 석사학위 논문 21-37, 1993.
  24. 백원철. 운동량이 세포성 및 체액성 면역반응에 미치는 영향. 한양대학교 박사학위 논문 1-15, 1993.
  25. 백영호. 운동 선수의 트레이닝 중지와 식이지방의 차이에 따른 재트레이닝이 심폐기능과 혈액성분에 미치는 영향. 부산수산대학원 대학원 박사학위논문, 1994.
  26. 백희영. 대사의 조절, 서울 : 機電研究所, 1987.
  27. 서덕규, 나중석, 이건설, 김철웅. 혈액학 실기. 서울. 고문사, 1981.
  28. 성혜린. 유산소 운동이 인슐린 비의존형 당뇨병 환자의 체력, 혈당 및 면역기능에 미치는 영향. 동아대학교 대학원 석사학위 논문 5-23, 1998.
  29. 송경희, 최혜미. 동물성 식물성 단백질 섭취가 혈청지질 및 뇨중 methylhistidine에 미치는 영향. 한국영양학회지 15(3): 212-222, 1982.
  30. 안경모 외 3인. 척추손상자의 운동효과에 관한 연구. 대한재활의학회지 15(3): 1-13, 1991.
  31. 안병철. 운동처방과 식이가 초등학교 비만 치료에 미치는 영향. 부산대학교 대학원 박사학위논문, 1998.
  32. 양점홍. 고령자의 신체운동이 체력, 호흡순환기능 및 혈액성분에 미치는 영향. 동아대학교 대학원 박사학위논문, 1990.
  33. 안형균, 진영수. 운동선수의 혈중 지방질의 혈액 성분에 관한 연구. 스포츠과학 연구과제 종합보고서 I:19-22, 1998.
  34. 양용석 외 20인. 최신 임상 혈액학, 서울 : 도서출판 대학서림, 2001.
  35. 오운선. 유산소성운동과 저항성 운동이 중년 여성의 면역 기능에 미치는 영향. 한국 체육대학교 대학원, 박사학위 논문 8-13, 1998.
  36. 오찬호(역). 신면역학입문, 서울 : 지구문화사, 2000.
  37. 유승희, 최성근. 최대산소섭취량과 심혈관계 질환 위험인자와의 관계, 경희대학교 체육학 논문집 제21호: 9-17, 1993.
  38. 유오근. Sprint training이 세포성 및 체액성 면역 반응에 미치는 영향. 전남대학교 대학원, 박사학위 논문 29-56, 1998.
  39. 유루리. 과훈련후 수구 선수들의 면역 글로브린과 호르몬의 반응. 한국체육대학교 대학원, 석사학위 논문 4-10, 1998.
  40. 유승희, 최성근. 최대산소섭취량과 심혈관계 질환 위험인자와의 관계. 경희대학교 체육학 논문집 21: 9-17, 1993.
  41. 유승희, 최영근, 안희경, 조용호. 체육전공학



- 생의 수영 훈련 후 체력의 변화와 근육 생검 시 근조직의 변화에 관한 생리화학적 및 전자현미경적 연구. 한국 체육학회지. 35(1): 152-172, 1996.
42. 윤법철. 고지혈증 환자의 운동요법에 의한 혈중지질 변화에 관한 연구. 고려대학교 교육대학원 석사학위논문 26-30, 1993.
  43. 윤재량. 운동수행과 인체의 면역기능. 스포츠과학정보 50: 12-16, 1994.
  44. 윤재량, 박상철, 이동규. 규칙적인 운동수행이 흰쥐의 베타엔돌핀 반응에 미치는 영향. 체육과학논총 3(3): 32-45, 1991.
  45. 은백린. 청소년의 혈청지질에 관한 연구. 고려대학교 의대논문집 1: 1020, 1992.
  46. 이태우. 일과성 최대운동이 면역기능에 미치는 영향. 전북대학교 대학원 석사학위 논문 14-36, 1993.
  47. 전중선, 김태선, 이태입, 김덕용. 정상성인에서 운동훈련이 면역기능에 미치는 효과. 대한스포츠의학회지 17(2): 217-220, 1999.
  48. 전태원, 최승권. 운동검사 및 처방의 이론과 실제. 서울 : 도서출판 금광, 990.
  49. 전태원, 정동춘, 이병근, 신호수. 여자 초·중·고생의 최대산소섭취량 추정에 관한 연구. 한국운동과학회 학술심포지움 1(3): 117-132, 1993.
  50. 전태원. 운동검사와 처방. 서울 : 태근문화사, 1994.
  51. 정재화. 피지후와 운동 능력과의 관계. 이화여자대학교 대학원 석사학위 논문 24, 1981.
  52. 조충현. 규칙적인 유산소성 운동이 체력, 운동수행력 및 혈중 지질 수준에 미치는 영향. 한국체육학회지, 36(2): 235~246, 1997.
  53. 조현철. 유산소성 트레이닝이 체지방 감량 및 혈중지질에 미치는 영향. 성균관대학교 대학원 박사학위 논문 2-3, 1992.
  54. 진영수. 운동이 인체의 면역기능과 내분비계에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 박사학위 논문 6-12, 39-87, 1991.
  55. 진영수, 전태원, 김의수, 정성태. 운동장도와 운동지속시간이 인체의 면역반응에 미치는 영향. 대한스포츠의학회지 10: 53-62, 1992.
  56. 차성웅. 유산소성 운동이 비만여고생의 면역기능과 신체조성 및 혈액 성분에 미치는 영향. 부산대학교 대학원 박사학위 논문 22-32, 1999.
  57. 차성웅, 남태호, 백영호. 운동과 영양이 인체의 면역기능에 미치는 영향. The Journal of the Institute of Physical Education & Sports Science. 12: 405-427, 1996.
  58. 황규은, 이건수, 정용현. 소아에서 정상 혈청 콜레스테롤치에 대한 연구. 소아과 35. 1559, 1992
  59. 허은재, 운동이 비만아의 신체조성에 미치는 영향, 한국 교원대학교 대학원, 석사학위 논문 44-46, 1999.
  60. 현송자, 여남희, 박준동. 중년층의 성인병 예방을 위한 운동처방, 대한스포츠의학회지, 9(1), 1991.
  61. AHA Committee report. Rationale of the diet-heart statement of the American heart association. Cir 65(4): 893-842, 1982.
  62. Austin, M. A. Plasma triglyceride as a risk factor for coronary heart disease. American Journal of Epidemiology, 129: 249, 1989.
  63. Baj, Z., Kantoski, J., Majewska, E, Zerman, K, & Pokoka. L. Immunological status of competitive cyclists before and after the training season. International Journal of Sports Medicine, 15: 319~212, 1994.
  64. Benerson, G.S., Srinivasan, S.R., Cresanta, L. L., Foster T., and Webber, L. Dynamic changes of serum lipoproteins in children during adolescence and sexual maturation. American Journal of Epidemiol., 113: 157, 1981.
  65. Berk, L.S., B. Nieman, S.A. Tan, S. Nehlson-Cannarella, W.C. Kramer, and M. Owens. Lymphocyte subset changes during

- acute maximal exercise[Abstract]. *Med. Sci. Sports Exerc.* 18: 706, 1986.
67. Bieger, W.P., Weiss, M., Mitchel, G., & Weicker, H. Exercise-induced monocytes and modulation of monocyte function. *International Journal of Sports Medicine*, 1, 30~36, 1980.
  68. Blalock, J.E. The immune system as a sensory organ. *Journal of Immunology*, 32, 1067-1070, 1984.
  69. Brahmi, Z., Thomas, J.E., Park, M., and Dowdeswell, J.R.G. The effect of acute exercise on natural killer-cell activity of trained and sedentary human subjects. *J. Clin. Immunol.* 5:321-358, 1985.
  70. Brow, K.S. and Milry, P. A critique of several epidemiological studies of physical activity and its relationships to aging, health and mortality. *Ann. NY Acad. Sci.* 30 1: 703, 1977.
  71. Busse, W.W., Anderson, O.L., Hanson, P.G., and Fots, J.D. The effect of exercise in the granulocyte response to isoproterenol in the trained athlete and unconditioned individual. *J. Allergy Clin. Immunol.* 65:358-364, 1980.
  72. Carroll, K.K., Flynn, M.G., Bodary, P.F., Bushman, Choi, D.H., Weiderman, C.A. Brickman, T.M, Brickman, L.E.I. Bouillon, L.E., and Brolinson, B.A. Resistance training and immune system function of young man. *Medical and Science in Sports and Exercise*, 27, S176, 1995.
  73. Calabrese, L.H. Exercise, Immunity, Cancer and Infection. Champaign, Illinois : Human Kinetics Books 567-579, 1990.
  74. Castelli, W. Low HDL cholesterol as a predictor of CHD risk. *Internal Medicine for the Specialist*, September: 6, 1989.
  75. Christensen, S.C., Proud, D., Cohrane, C.G. Detection of tissue-kallikrein in the bronchoalveolar average fluid of asthmatic subjects. *Journal of Clinical Investigation*, 79, 188-197, 1987.
  76. Davidson, R.J.L., Robertson, J.D., Galea, G., & Maughan, R.J. Hamatological changes in associated with maraton running. *International Journal of Sports Medicine*, 8, 19-25, 1987.
  77. Davies, K.J.A., Paker, L., and Brooks, G.A. Biochemical adaptations of mitochondria muscle, and whole-animal respiration to endurance training. *Arch. Biochem. Biophys.* 209 : 539-554, 1981.
  78. Dufaux, B., Assman. G. Plasma lipoproteins and physical activity, *Int. J. Sports Med* 3 : 123-136, 1982.
  79. Dufaex, B., Höffken, K., and Hollman. W. Acute phase proteins and immune complexes during several days of severe physical exercise. In: Knuttgen, H.G., ed. *Biochemistry of Exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics. pp. 356-362, 1983.
  80. Eskola, J.A., Ruuskane, O., Viljaner, M.K., Järvinen, M., Toivoren, H., and Kouvalainen, K. Effect of stress on lymphocyte transformation and antibody formation. *Clin. Exp. Immunol.* 32: 339-345, 1978.
  81. Esperson, G T., Elback, A, Ernst, E., Toft, E., Kaalund, S., Jersild, C., and Grrunnet, N. Effect of physical exercise on cytokines and lymphocyte subpopulation inhuman peripheral blood, *Acta Pathology & Immunology Soandinavia*, 98, 395, 1990.
  82. Farrell, A., andBarboriak, J. A comparison of plasma cholesterol, Triglycerides, and HDL-cholesterol in speed skaters, weight lifters and non-athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 48. 77~82, 1982.
  83. Ferry, A., Picard, F., Duvallet, A., Weill,

- B., and Rieu, M. Change in blood leukocyte populations induced by acute maximal and chronic submaximal exercise. *Eur. J. Appl. physiology*, 59: 435-442, 1990.
84. Freedman, D.S., Srinivasan, S.R., Cresanta, J.L., Webber, L.S., and Berenson, G.S. Serum lipids and lipoproteins. *Pediatrics*, 80: 789, 1987.
  85. Gordon, D.J., Probstfield, J.L., Garrison, R.J., Neaton, J.D., and Alfred Tyroler, H. High density lipoprotein cholesterol and cardiovascular disease. Four prospective American Studies. *Circulation*, 79: 8, 1989.
  86. Gren, R.J., Kaplan, S.S., Rabin, B.S., Stanitski, C.L., and Zdziarski, U. Immune function in the marathon runner. *Ann. Allergy*. 47: 73-75, 1981.
  87. Green, R.L., Kaplan, S.S., Rabin, B.S., Stanitski, C.L., & Zaziarski, U. Immune function in marathon runners. *Annual Allergy*, 47: 73-75, 1981.
  88. Hanson, P.G., and Flaherty, D.K. Immunological responses to training in conditioned runners. *Clin. Sci.* 60: 225-228, 1981.
  89. Haq, A., Khalid, A., and Jennifer, L. Changes in peripheral blood lymphocyte subsets associated marathon with running. *Med. Sci. Sports exer.* 25: 186-190, 1993
  90. Hedfors, E., Holm, G., and Öhnel, B. Variations of blood lymphocytes during work studied by cell surface markers, DNA synthesis and cytotoxicity. *Clin. Exp. Immunol.* 24:328-335, 1976.
  91. Hoffman-Goetz, L., Thorne, R., Randall-Simpson, J.A., and Arumugam, Y. Exercise stress alters murine lymphocyte subset distribution in spleen, lymph nodes, and thymus. *Clinical Experimental Immunology* 76: 307-316, 1989.
  92. Holloszy, J.O., Smith, K.K., and Vinins, M. Effect of voluntary exercise on the longevity of rats. *J. Appl. Physiol.* 58: 826-831, 1985.
  93. Huttunen, J.K., Ehnholm, C., Kekki, M., & Nikkila, E.A. Postheparin plasma lipoprotein lipase and hepatic lipase in normal subjects and in patients with hypertriglyceridemia-correlation to sex, age, and various parameters of triglyceride metabolism. *Clinical Science and Malaular Medicine.* 50: 249-260, 1976.
  94. Kono, I., Kitao, H., Matsuda, M., Haga, S., Fukushima, H., & Kashigawa, H. Weight reduction in athletes may adversely affect the phagocytic function of monocytes. *Physician Sports Medicine*, 16: 56-65, 1988.
  95. Kumae, T., Kurakake, S., and Machida, K. Effect of training on physical, exercise-induced changes in non-specific humoral immunity. *Jpn J. Phys.* 60: 75-93, 1994.
  96. LaPerriere, A., Fletcher, M.A., Antoni, N.G., Klimas, G., Ironson, G., and Schneiderman, N. Aerobic exercise training in AIDS risk group. *International Journal of Sports Science* 12: 53-57, 1991.
  97. Landmann, R.M.A., Muller, F.B., Perini, C.H., Wesp, M., Erne, P., & Buhler. F.R. Changes of immunoregulatory cells induced by psychological and physical stress; stress; relationship to plasma catecholamines. *Clinical Experimental of Immunology*, 58: 127-135, 1984.
  98. Laurel, T.M. *Exercise and Immunology.* Human Kinetics Books, 1992.
  99. Leon, A.S., Conrad, J., Hunninghake, D.B., and Serfass, R. Effects of a vigorous walking program on body composition and carbo-hydrate and lipid metabolism of obese young men. *American Jouranal Clinical Nutrition*, 32: 1776-1787, 1979.

100. Levy, R.L. and Feinleib M.S. Risk factors for coronary artery disease and their management. IN: Braunwald E. Ed. Heart disease and 2nd Ed. WB. Saunders Co. 1205, 1984.
101. Lewis, B. Plasma lipid concentrations. *Journal Clinical Pathology*, 40: 1118, 1987.
102. Lewicki, R, Tchoraewski, H., Majewska, E, Nowak, M, & Baj, Z. Effect of physical exercise on some parameters of immunity in conditioned sportsmen. *International Journal. of Sports Medicine*, 8: 309-314, 1987.
103. Lie, Y.G. and Wang, S.Y. The enhancing effect exercise on the prduction of antibody to Salmonella type in mice. *Immunol. Left.* 14:117-120, 1987.
104. Liesen, H., Reidel, H., Order, U., Mucke, S., and Widenmayer, W. Reference values of leucocytes and lymphocyte subsets during a controlled moderate training period. *Dtsch. Z. Spottmed.*, 40:4-14, 1989.
105. Lindgren, J., Albers, J., Ho, P., and Farguhar, J. Increased exercise level and plasma lipoprotein concentrations one-year randomized, controlled study in sedentary, middle-aged men. *Metabolism*, 1983.
106. McCarthy. D.A., Snyder, A.C., Foster, C., Wehrenberg, W.B. The luekocytosis of exercise, a review and model. *Sports Medicine*, 6: 333-363, 1988.
107. Mackinnon, L.T., Chick, T.W., Van As, A., and Tomasi, T.B. Effects of prolonged intense exercise on natural killer cell number and function in exercise physiology: Current Selected Research, Dotson, C.O. and Humphrey, J.H., Eds., AMS Press, New York, 77, 1988.
108. Mackinnon, L.T. *Exercise & Immunology*. Champaign, IL, Human Kinetics, 1993.
109. Mackinnon, L.T., and Jenkins, D.G. De-creased salivary immunoglobulins after intense internal exercise before and after training. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 25: 678-683, 1993.
110. Masuhara. M, Kami, K., Umabayasi, K., and Tatsumi, N. Influence of exercise on leukocyte count and size. *The journal of Sports medicine and Physical Fitness* 27(3): 285-290, 1987.
111. MMWR. Protective effect of physical ac-tivity on coronary heart disease. 36: 426-427, 1987.
112. Moorthy, A.V., and Zimmerman, S.W. Human leukocyte response to an endur-ance race. *Eur. J. Appl. Physiol.* 38: 271-276, 1978.
113. Morrison, J.A., deGroot, I., Edwards, B.K., Kelly, K.A., Rauh, J.L., Mellies, M., and Glueck, C.J. Plasma cholesterol and trigly-ceride levels in 6775 school children, ages 6-17. *Metabolism*, 26: 1199, 1977.
114. Murata, M., Fujita, Y., and Okuni, M. Strategies of screening for hyperlipidemia (dysilpo-peroteinenia) in school-age children in the Tokyou area. *Preventive Medicine*, 12: 810, 1983.
115. Müns, G., Riedel, H., and Bergman, K. Influence of long-distance running on IgA in nasal secretion and saliva. *Deutsche Zeitschrift fur Sportmedizin* 40: 63-65, 1989.
116. Nehlsen-Cannarella, S.L., Nieman, D.C., Jessen, J., Chang, L., Gusewitch, G., Blix, G.G., and Ashley, E. The effect of acute moderate exercise on lymphocyte function and serum immunoglobulin levels. *Interna-tional Journal of Sports Medicine* 12: 391-398, 1991.
117. Nieman, D.C., Tan, S.A., Lee, J.W., and Berk, L.S. Complement and immunoglobulin

- levels in athletes and sedentary controls, *International Journal of Sports Medicine* 10: 124-128, 1989.
118. Nieman, D.C., and Henson, D.A. Role of endurance exercise in immune senescence. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 26: 172-181, 1994.
  119. Nikkila, E.A., Raskimen, M-R., Rehunen, S., and Harkonen, M. Lipoprotein lipase activity in adipose tissue and skeletal muscle of runners : relation to serum lipoprotein, *Metabolism* 27(11) : 1661-1671, 1978.
  120. Oshida, Y., Yamanouchi, K., Hayamizu, S., & Satto, Y. Effect of acute physical exercise on lymphocyte subpopulation in trained and untrained subjects. *International Journal of Sport Medicine*, 9: 137-140, 1988.
  121. Paffenbarger, R.S., Hyde, R.T., Wing, A.L., and Hsieh, C.C. Physical activity, all-cause mortality of college alumni. *N. Engl. J. Med.* 314:605-613, 1986.
  122. Penn, I. The occurrence of malignant tumors in immunosuppressed states. *Prog. Allergy* 37: 259-300, 1986.
  123. Pizza, F.X., Mitchel, J.B., Starling, R.D., Holtz, R.W., and Grandjean, P.W. Down-hill versus level running: Reponse of leukocyte and lymphocyte subsets during prolonged recovery. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 25: 103, 1993.
  124. Portz, W. Running from infection. *Running World* 19: 78-79, 1984.
  125. Robertson, A.J., Ramesar, K.C.R.B., Potts, R.C., Gibbs, J.H., Browning, M.C.K., Brown, R.A., Hayes, P.C., and Beck, J.S. The effect of strenuous physical exercise on circulating blood lymphocytes and serum cortisol levels. *J. Clin. Lab. Immunol.* 5: 53-57, 1981.
  126. Shek, P.N., Sabiston, B.H., Buguet, A., and Radomski, M.W. Strenuous exercise and immunological change. *Int. J. Sports Med.* 16: 466-474, 1994.
  127. Shephard, R.J. The impact of exercise upon medical costs. *Sports Med.* 2: 133-143, 1985.
  128. Shephard, R.J., and Shek, P.N. Cancer, immune function, and physical activity. *Can. J. Appl. Physiol.* 20: 1-25, 1995.
  129. Simon, H.B. *Exercise, Immunity, Cancer, and Infection.* Champaign, IL: Human Kinetics, 581-588, 1990.
  130. Skinners, E.R. The acute effect of marathon running on plasma lipoprotein in female subjects. *European Journal of Applied Physiology*, 56: 451-456, 1987.
  131. Smith, T.A., & Pyne, D.B. Exercise, Training and neutrophil function. *Exercise Immunology Review*, 3: 96-117, 1997.
  132. Soppi, E., Varjo, P., Eskola, J., and Laitinen, L.A. Effect of strenuous physical stress on circulating lymphocyte number and function before and after training. *J. Clin. Lab. Immunol.* 8: 43-46, 1982.
  133. Stites, D.P. Clinical laboratory methods for detection of cellular immune function. In Stites, D.P., Stites, J.D. Stobo, J.D., & Wells, J.V. (Eds.). *Basic and clinical immunology*(pp. 285-303, 1987). Norwalk, CT: Appleton & Lange.
  134. Tosarni, T.B., Trudeau, F.B., Czerwinski, D., and Errege, S. Immune parameters in athletes before and after strenuous exercise. *J. Clin. Immunol.* 2: 173-178, 1982.
  135. Tvede, N., Pedersen, B.K., Hansen, F.R., Bendix, T., Christensen, L.D., Galbo, H., and Halkjaer-Kristensen, J. Effect of physical exercise on blood mononuclear cell subpopulations and in vitro proliferative responses. *Scand. J. Immunol.* 29:

- 383-389, 1989.
136. Tvede, N., Kappel, M., Halkjaer-Kristensen, J., Galbo, H., & Pedersen, B.K. The effect of light moderate and severe bicycle exercise on lymphocyte subsets, natural and lymphokine activated killer cells, lymphocyte proliferative response and interleukin 2 production. *Int. J. Sports Med.* 14: 275-282, 1993.
  137. Vena, J.E., Graham, S., Zielezny, M., Brasure, J., and Swanson, M.K. Occupational exercise and risk of cancer. *Am. J. Clin. Nutr.* 45: 318-327, 1987.
  138. Viikari, J., Akerblom, H.K., Nikkari, T., Sepponen, A., Uhari, M., Persenon, E., and Suoninen. Atherosclerosis precursors in finnish children and adolescents. IV. serum lipids in newborns, children and adolescents. *Acta Padiatric Scandinavia Suppl.*, 318. 103, 1985.
  139. Watson, R.P., Moriguchi, S., Jackson, J.C., Werner, L., Wilmore, J.H., and Freund, B.J. Modification of cellular immune functions in humans by endurance exercise training during  $\beta$ -adrenergic blockade with atenolol on propranolol. *Med. Sci. Sports Exerc.* 18: 95-100, 1986.
  140. Weiss, C., Kinscherf, R., Roth, S., Friedman, B., Fischbach, T., Reus, J., Dorge, W., and Bartsch, P. Lymphocyte subpopulations and concentrations of soluble CD4 and CD8 antigen after anaerobic training. *International journal of Sports Medicine* 16: 117-121, 1995.
  141. Wells, C.L., Stern, J.R., Hecht, L.H. Hematological changes following a marathon race in male and female runners. *European Journal Applied Physiology*, 48. 41~49, 1982.
  142. Whayne, T.F., Alaupovic, P., Curry, M.D., Lee, E.T., Anderson, P.S., Schechter, E. Plasma apolipoprotein B and VLDL, LDL- and HDL-cholesterol as risk factors in the development of coronary artery disease in male patients examined by angiograph. *Atherosclerosis* 39: 41, 1981.
  143. Wit. B. Immunological response of regularly trained athletes. *Biology of Sports*, 1: 221-235, 1984.
  144. Wilmore, J. H. Appetite and body composition consequent to physical activity. *Res. Quart. Exerc. Sports.* 54: 415-425, 1983.
  145. Wood, P.D., Haskell, W.L., Blair, S.N., Williams, P.T., Krauss, R.M., Lindgren, F.T Albers, J. J., Ho, P.H., and Farguhar, J.W., Increased exercise level and plasma lipoprotein concentrations one-year randomized, controlled study in sedentary, middle-aged men. *Metabolism*, 1983
  146. Woods, J.A., and Davis, J.M. Exercise, monocyte macrophage function and cancer. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 26: 147-157, 1994.
  147. Young, C.M., and Digiacomio, M.M. Protein utilization and changes in body composition during weight reduction. *Metabolism* 32 : 31-39, 1965.
  148. Yu, D.T.Y., Clements, P.J., and Pearson, C.M. Effects of corticosteroids on exercise-induced lymphocytosis. *Clin. Exp. Immunol.* 28:326-331, 1977.
  149. Zuit, W.B., and Golding, L.A. Equations for estimating percent fat and body density active adult males. *Med, Sci. Sports* 5: 262-266, 1973.
  150. Zung V.U., Tran, W.A., Gene V.G., and Mood D.P. The effects of exercise on blood lipids and lipoproteins : Amata-analysis of studites. *Medicine and science in sports and exercise* 15(5): 393-402, 1983.