

博士學位論文

自覺的 運動 強度別 **Hatha Yoga**와 **Detraining**이

健康關聯體力과 免疫機能에 미치는 影響



濟州大學校 大學院

體育學科

洪仁淑

2008年 2月

自覺的 運動 強度別 Hatha Yoga와 Detraining이

健康關聯體力과 免疫機能에 미치는 影響

指導教授 李 昌 俊

洪 仁 淑

이 論文을 體育學 博士學位 論文으로 提出함

2007년 12월

洪仁淑의 體育學 博士學位 論文을 認准함

審査委員長 柳 在 青 (印)

委 員 崔 泰 義 (印)

委 員 金 成 贊 (印)

委 員 金 泳 杓 (印)

委 員 李 昌 俊 (印)

濟州大學校 大學院

2007年 12月

Effects of Hatha Yoga and detraining on the immunologic function  
and physical fitness related with health by intensity  
of Rating of Perceived Exercise(RPE)

In-Sook Hong

(Supervised by professor Chang-Joon Lee)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the  
degree of Doctor of Physical Education

2008. 2.

This thesis has been examined and approved.

Department of Physical Education  
GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

**<Abstract>**

**Effects of Hatha Yoga and detraining on the immunologic function  
and physical fitness related with health by intensity  
of Rating of Perceived Exercise(RPE)**

**In-Sook Hong**

*Department of Physical Education*

*Graduate School, Cheju National University Jeju, Korea*

*(Supervised by professor Lee, Chang-Joon)*

The aim of the study was to compare & analyze the factors' change of physical fitness related with health(%fat, modified sit-ups, sit-&-reach test, 1,200m run/walk) and immunologic function(Neutrophil, Lymphocyte, Monocyte, Eosinophil, Basophil, IgG, IgA, IgM) by experimental periods and groups according to Hatha Yoga and detraining by intensity of RPE exercise(high;15-17, middle;11-13, low;7-9). For these, the subjects participated were consisted of girl's middle school students(n=34) and performed physical fitness related with health and Hatha Yoga of 45-50min./day during total 8wks. The results obtained from the above were as follows;

**1. Physical fitness related with health**

- 1) By periods in within groups, modified sit-ups and sit-&-reach test were more increased after 8wks & 12wks than that of pre-test, but no difference in others.
- 2) By periods in between groups, All factors were no difference after 4wks, but A · C groups

were more increased in modified sit-ups, A · B groups were in sit-&-reach test and also A · B · C groups were in 1,200m run/walk than that of control group.

3) After 12wks detrained during 4wks, A · B · C groups were more increased in modified sit-ups, A · B & B>C groups were in sit-&-reach test and also A · B · C groups were in 1,200m run/walk than control group.

## **2. Immunologic function**

### 1) White blood cell(WBC)

(1) In comparison by periods in within groups, Neutrophil was more increased in 4wks than that of pre & 12wks, Also Basophil was in 4wks & 8wks than that of pre & 12wks in A group, and also increased after 12ks than that of pre & 4wks in C group.

(2) In comparison by periods in between groups, Neutrophil was more increased in A · B · C group than that of control group in 4wks, Lymphocyte increased in A group than control · B · C groups, Monocyte also increased in A group, and Basophil also increased in A group than that of control · C group. After 12wks detrained during 4wks, Lymphocyte increased in rather A · C group than that of B group, also in rather C group than control group.

(3) In comparison of %diff. by periods in between groups, Neutrophil was increased in the order of B>control group, A>B group, C>control group in pre-4wks, and Monocyte increased in A group than that of control · B group, and also Eosinophil in A group than control · B · C group. Factors of Lymphocyte, Monocyte, Eosinophil and Basophil were more increased after pre-8wks, but no difference after pre-12wks.

### 2) Immunoglobulins(Ig)

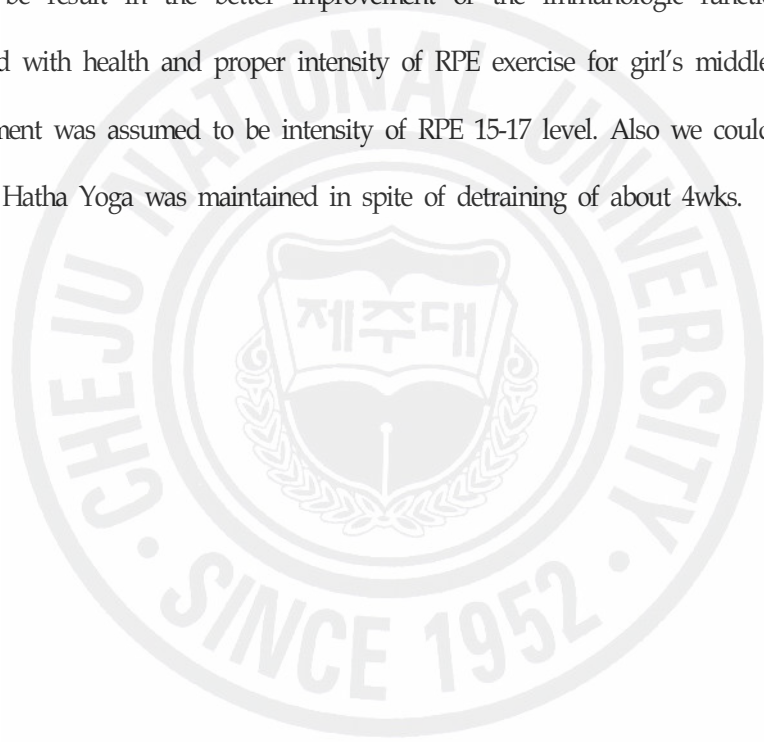
(1) There was no difference by periods in within group.

(2) In comparison by periods in between groups, only IgG was more increased in A group than that of control · B · C group after 4wks. IgG & IgA were increased in the order of

A>control · B · C group, and IgM increased in the order of A · C>control and B>A group after 8wks. After 12wks detrained during 4wks, only IgG was increased in A group.

(3) In comparison of %diff. by periods in between groups, factors of IgG, IgA, IgM were more increased in A group than that of the other group. Also factors of IgG, IgA, IgM were increased in only A group after pre-8wks but only IgG after pre-12wks.

When considering the above results, we could conclude that the higher intensity of Hatha Yoga could be result in the better improvement of the immunologic function and physical fitness related with health and proper intensity of RPE exercise for girl's middle school students for improvement was assumed to be intensity of RPE 15-17 level. Also we could investigate that the effect of Hatha Yoga was maintained in spite of detraining of about 4wks.



# 목 차

## Abstract

I. 서론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구 목적	4
3. 연구의 가설	5
4. 연구의 제한점	5
5. 용어의 정의	5
II. 이론적 배경	7
1. Hatha Yoga와 운동	7
2. 운동과 디트레이닝	8
3. 면역기능과 운동	11
III. 연구 방법	21
1. 연구 대상	21
2. 연구 절차	22
3. 측정항목 및 방법	23
4. 운동처방	25
5. 자료처리	28
IV. 연구 결과	29
1. 건강관련체력	29
1) 신체조성(%fat)	29
2) 근지구력(modified sit-ups)	30
3) 유연성(sit-&-reach test)	31
4) 심폐지구력(1,200m run/walk)	32
2. 면역기능	34

1) 호중구(Neutrophil) .....	34
2) 림프구(Lymphocyte) .....	35
3) 단구(Monocyte) .....	36
4) 호산구(Eosinophil) .....	38
5) 호염기구(Basophil) .....	39
6) IgG(immunoglobulin G) .....	40
7) IgA(immunoglobulin A) .....	42
8) IgM(immunoglobulin M) .....	43
V. 논 의 .....	45
1. 건강관련체력 .....	45
2. 면역기능 .....	49
VI. 결 론 .....	60
참고문헌 .....	62
부록 .....	73



## List of Tables

Table 1. Physical characteristics of subjects .....	21
Table 2. Reference intervals of IgA, IgG, IgM .....	25
Table 3. Hatha Yoga Asana program for 8 weeks .....	26
Table 4. Results of one-way ANOVA for %fat .....	29
Table 5. Results of two-way repeated ANOVA for %fat .....	30
Table 6. Results of one-way ANOVA for modified sit-ups .....	31
Table 7. Results of two-way repeated ANOVA for modified sit-ups .....	32
Table 8. Results of one-way ANOVA for sit-&-reach test .....	33
Table 9. Results of two-way repeated ANOVA for sit-&-reach test .....	32
Table 10. Results of one-way ANOVA for 1,200 m run/walk .....	33
Table 11. Results of two-way repeated ANOVA for 1,200 m run/walk .....	33
Table 12. Results of one-way ANOVA for Neutrophil .....	34
Table 13. Results of two-way repeated ANOVA for Neutrophil .....	34
Table 14. Results of one-way ANOVA for Lymphocyte .....	36
Table 15. Results of two-way repeated ANOVA for Lymphocyte .....	36
Table 16. Results of one-way ANOVA for Monocyte .....	37
Table 17. Results of two-way repeated ANOVA for Monocyte .....	37
Table 18. Results of one-way ANOVA for Eosinophil .....	38
Table 19. Results of two-way repeated ANOVA for Eosinophil .....	39
Table 20. Results of one-way ANOVA for Basophil .....	40
Table 21. Results of two-way repeated ANOVA for Basophil .....	40
Table 22. Results of one-way ANOVA for IgG .....	41
Table 23. Results of one-way repeated ANOVA for IgG .....	41
Table 24. Results of one-way ANOVA for IgA .....	42
Table 25. Results of two-way repeated ANOVA for IgA .....	42
Table 26. Results of one-way ANOVA for IgM .....	43
Table 27. Results of two-way repeated ANOVA for IgM .....	44

## List of Figures

Figure 1. Composition of Immune System .....	11
Figure 2. Procedures of study .....	22
Figure 3. Blood sampling & Health-related fitness test .....	24
Figure 4. Scenes of Hatha Yoga Asana program .....	26
Figure 5. Comparisons of %fat .....	30
Figure 6. Comparisons of modified sit-ups .....	31
Figure 7. Comparisons of sit-&-reach test .....	32
Figure 8. Comparisons of 1,200 m run/walk .....	33
Figure 9. Comparisons of Neutrophil .....	35
Figure 10. Comparisons of Lymphocyte .....	36
Figure 11. Comparisons of Monocyte .....	37
Figure 12. Comparisons of Eosinophil .....	38
Figure 13. Comparisons of Basophil .....	39
Figure 14. Comparisons of IgG .....	40
Figure 15. Comparisons of IgA .....	43
Figure 16. Comparisons of IgM .....	44

# I. 서론

## 1. 연구의 필요성

현대를 살아가는 우리들에게 가장 큰 관심사는 행복한 삶일 것이다. 그러나 그것은 저절로 성취되는 것이 아니며 자연과 인간에 대한 이해 능력을 높이고, 신체능력의 전체성을 열어가는 꾸준한 노력을 통해서만 가능할 것이다(정신세계사, 2004).

최근 우리나라를 비롯한 전 세계의 많은 사람들은 행복한 삶을 위하여 몸과 마음의 건강, '자연친화적 삶', '여유로운 삶' 등의 바람직한 가치를 추구하는 Well-being을 갈구하고 있으며 우리 사회도 이미 Well-being 열풍이 시작되어(박장근, 임란희, 2004) 명상, 미용, 건강 등에 대한 욕구에 적합한 운동이 다양하게 소개되어 급속도로 대중화되고 있다. 또한, 체력의 개념도 변모하여 과거의 파워와 스피드와 같은 스포츠 현장에서 중요시되는 운동 기술 중점에서 벗어나 건강증진을 궁극적인 목적으로 하는 건강관련체력(health-related fitness) 향상을 위한 신체활동을 높이 평가하고 있다(이창준, 2005).

건강관련체력은 생애체력(lifetime fitness)의 기반이 되므로 청소년기의 건강관련체력의 강화 필요성이 강조되고 있고, 신체활동과 운동이 건강상 이점이 있다고 지속적으로 보고됨에 따라 생리적 능력과 건강에 초점을 두고 있다. 이러한 요소는 활력적인 일상생활을 하고 비활동으로 인한 운동 부족질환의 조기 발병 위험을 감소시킬 수 있는 특성이 있고, 규칙적인 신체활동과 운동을 통해 개선 될 수 있다(ACSM, 2002).

그러나 청소년기 학생들의 경쟁을 강요하는 사회적 교육 분위기로 인하여 스트레스와 신체활동부족(physical inactivity)이 야기되어 이 시기의 규칙적인 운동습관과 건강에 대한 올바른 인식의 방안 모색이 시급하다(신이미, 2003). 또한 우리나라 청소년들은 입시라는 장벽 하에 각종 시험 중심의 입시교육에 치중하여 여가시간의 부재로 인한 스트레스 증대는 물론, 대학 입학 후에도 갑자기 증대된 여가시간을 위한 스포츠 경험을 제공해 줄 수 있는 신체적 활동이 매우 중요하다(김재은, 2001). 여자중학생을 대상으로 연구한 결과, 여가시간이 부족하여 규칙적인 운동을 거의 하지 않는 것으로 나타났다고 보고하였다. 이러한 신체활동부족은 우리나라의 입시현실로 볼 때 방과 후에도 연결되는 과외교습 등이 주요인으로 생각된다(김형진 등, 2005).

보건복지부의 국내 여성을 대상으로 한 신체활동(physical activity) 참여 조사 결과 응답자의 약

60.2%가 여가시간에도 신체활동을 거의 하지 않는다고 응답하여 학창시절의 운동습관이 성인이 되어서도 연결되는 현상을 보여 국민 전체의 건강을 위협하고 있는 실정이다. 최태희(2003)의 연구에서도 대학체육계 서클이나 개인적으로 운동을 하고 있는 학생은 30%에 미치지 않는다고 하였다. 이러한 상황에서 청소년의 시기에서라도 생애에 걸쳐 건강관리 차원에서 올바른 지식을 이해하고, 그 실천방법을 습득하기 위한 노력이 필요할 것으로 사료된다.

신체활동부족은 심혈관 질환과 당뇨 및 골다골증 등을 포함한 만성질환의 위험을 증가시키는 것과 밀접한 관계가 있으며(CDC; Centers for Disease Control, 2005), 좌업 행동(sedentary behavior)은 성별에 관계없이 사망의 주된 위험요인으로 강조된다(Balady et al., 2000; USDHHS, 1996). 특히 각종 성인병의 발현은 발육·발달 촉진기의 운동이나 영양 균형과 관련이 높아 성인병의 1차적 예방을 위해서는 청소년기부터 적절한 건강습관형성이 중요하며 체력향상을 위하여 우선적으로 규칙적인 신체활동이 권장된다(ACSM, 2002; McKenzie, 2001; Cauderay, Narring & Michaud, 2000). 더욱이 여성이 남성보다 좌업 행동 경향이 높아(CDC; Centers for Disease Control, 2006) 여학생의 경우 남학생보다 질병의 위험에 쉽게 노출된다는 점을 예측해볼 수 있다. 이러한 여자중학생의 운동 형태 선택은 교육·환경적인 면을 중요시해야 하고 특히 체력향상과 질병에 대한 저항력 증가를 위하여 면역기능의 향상 효과를 얻을 수 있는 측면이 고려되어야 한다.

많은 사람들이 건강과 정상 체중유지를 위하여 다양한 형태의 운동에 시간과 경비를 투자하고 있고, 이 중에서도 최근 몇 년 사이 현대인들의 생활환경과 맞물려 우리나라에서 급속도로 대중화되고 있는 요가(Yoga)는 초월명상(dhyana)과 선(禪)에 근거를 둔 근이완술의 하나이며 요가의 유파 중에서도 하타 요가(Hatha Yoga)가 주류를 이루고 있다(신희봉, 2000).

하타 요가는 육체적인 수행을 중시하는 유파로 육체를 통달하여 인간의 몸을 '신성한 몸'으로 바꾸고자 하는 것이며, 호흡조절(pranayana)과 명상을 통해서 동물이나 자연의 형태를 상징하거나 모방한 것으로 수 백 종류의 다양한 아사나(asana; 坐法)를 취하는 생리학에 기초한 수행체계이다(이지나, 2002; 이정훈, 2004; 전소영, 2004).

아사나의 가장 중요한 효과는 몸의 각 부분을 이완·수축시켜서 내부 장기와 골격의 위치를 바로 잡아 주고(이정훈, 2004), 마음의 안정과 여유를 갖게 해주며 신체적 균형을 취하여 건강을 회복·증진시키는 것이다(전소영, 2004). 또한 요가의 원리가 신체와 정신을 분리하여 수련하지 않으므로 청소년기의 다양한 발달적 요구와 심신 건강의 원리에 부합된다고 볼 수 있다(류호상 등, 2004). 뿐만 아니라 넓은 공간, 기구의 복잡성, 신체적, 정신적 장애를 일으킬 수 있는 위험성 등이 내재하여 운동 참여율을 낮추고 있는 다른 운동과는 달리 공간, 시간과 도구에 구애(拘礙)받지 않아 어디서든

손쉽게 할 수 있는 장점이 있어 부족한 시간에 쫓기고 심리적으로도 불안정한 시기의 여자중학생에게 적합한 운동이라 생각된다. 이러한 요가운동은 면역기능 차원에서도 많은 효과를 나타냈다.

운동 강도 측면에서 볼 때 면역기능의 증감은 운동의 형태, 강도, 운동량에 따라 다양하게 나타나겠지만(Evans et al., 1986; Field et al., 1991; Nieman et al., 1991; Kajiura, MacDougall, Ernst, & Younglai, 1995) 모든 형태의 운동이 인체 내 면역기능의 향상을 유발하는 것이라고 단순하게 생각해서는 안 될 것이며, 개개인의 생리적인 특성을 고려하지 않은 갑작스러운 신체활동이나 무리한 운동은 오히려 면역기능의 부조화를 초래하게 된다(이삼준, 2002). 또한 부적절한 운동이나 과도한 운동은 면역학적 항상성을 방해하거나(Ivanova & Talko, 1981; Nieman et al., 1989) 항체반응을 억제시켜 감염율을 증가시키며(Shavit, Terman, martin, Lewis, & Liebeskind, 1985), 질병 상태에서는 증상을 더욱 악화시키거나(Friman & Ilback, 1982; Horstman, 1976; Reyes & Lerner, 1976), 심할 경우 합병증을 유발하여 사망할 수도 있다(Ames, 1989).

저강도 운동은 면역기능에 크게 영향을 미치지 못하거나 일시적으로 부정적인 영향을 미칠 수 있고(Moyna et al., 1996), 중등도 운동은 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되고 있으나(Hines et al., 1996; Dishman et al., 2000; Lambert et al., 2000; Malm et al., 1999; Pendersen & Toft, 2000) 아직은 논란의 여지가 남아있다(Mackinnon, 2000a). 그러나 대부분의 연구들이 고강도 운동은 대부분 부정적인 영향을 미치는 것으로 보고하고 있어(ACSM, 2006; Verde et al., 1992; Nieman, 1994; Fukatsu et al., 1996; Castell, Poortmans, Leclercq, Barasseur, Duchateau & Newsholme, 1997) 요가와 같은 무리함이 없는 적절한 운동 형태와 강도는 오히려 면역기능에 긍정적인 효과를 가져 올 것으로 기대할 수 있다.

면역기능의 지표는 어떤 폭을 가진 기준치 내의 값을 의미하며 지표의 낮은 수치(below standard)는 면역기능의 저하를, 높은 수치(above standard)는 면역기능의 향진을 각각 나타내는 것으로 이것은 모두 면역기능의 이상상태를 말한다(신희수, 2002; 赤間, 和久, 2001).

세포성 면역(cellular immunity) 체계에 속하는 호중구(neutrocyte)의 경우, 면역기능 지표의 정상 범위보다 낮은 감소는 패혈증, 장티푸스, 인플렌자, 풍진, 악성빈혈 등을 유발시킨다. 반면, 비정상적 증가는 폐렴, 수막염, 골수성 백혈병, 요독증성 혼수, 당뇨병 혼수 증상을 일으킨다. 또한, 림프구(lymphocyte)의 증가는 백일해, 전염성 단핵구증, 결핵 등을 유발하고, 단구(monocyte)의 증가도 급성 심내막염, 단핵구성 백혈병 등을 일으키게 된다(McArdle, Katch & Katch, 1991).

한편, 항원과 면역계 세포, 탐식세포 등의 숙주조직과의 결합하고 면역글로빈(immunoglobulin)과 결합하는 매개 역할과 항체로서의 기능을 담당(이소영 등, 2006)하는 체액성 면역(humoral immunity)

체계인 면역글로블린(immunoglobulin; Ig)은 IgG(immunoglobulin G), IgA(immunoglobulin A), IgM(immunoglobulin M), IgD(immunoglobulin D), IgE(immunoglobulin E)로 분류되는데 혈중에서는 주로 IgA, IgG, IgM, 점막표면에서는 분비형 IgA가 존재한다.

혈중의 IgG, IgA, IgM의 저하는 원발성 면역 부전 증후군의 일부, 저영양, 약제성 면역 억제 상태 등에서 볼 수 있고, 증가는 자기면역질환, 감염증, 간질환 등을 유발하는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 급성운동은 면역글로블린 농도를 증가시킨다고 하지만 상반된 연구가 많고 또 안정 시 운동습관이 없는 일반인과 스포츠 선수의 혈중 면역글로블린 농도는 차이가 없다고 보고되고 있지만 赤間과 和久(2001)는 운동습관이 없는 사람이 지속적으로 운동을 하면 증가한다는 보고도 있다. 특히 평소 운동습관이 형성되어 있지 않은 여자중학생을 대상으로 자각적 운동 강도별 하타 요가 운동에 따른 면역기능 변화를 규명해 볼 필요성이 있다고 사료된다.

따라서, 본 연구는 최근 well-being 추주로 각광받고 있는 Hatha Yoga프로그램을 청소년기의 여자중학생에게 자각적 운동 강도별로 Hatha Yoga와 detraining에 따른 건강관련체력과 면역기능의 변화를 규명하여 청소년에게 건강상의 이득을 줄 수 있는 자료를 제시하고 여자중학생의 발육특성에 맞는 Hatha Yoga운동의 강도를 알아보고자 한다.

## 2 연구 목적

8주간의 Hatha Yoga를 발육·발달기의 여자중학생에게 강도별로 실시하여 Hatha Yoga와 detraining에 따른 건강관련체력과 면역기능의 변화를 규명하여 중학생 시기에 알맞은 Hatha Yoga 강도를 밝히고, Hatha Yoga에 따른 면역기능의 자료를 제시하는데 있으며, 그 구체적인 내용은 다음과 같다.

- 1) 집단 내, 집단 간 자각적 운동 강도별 Hatha Yoga 실시에 따른 건강관련체력과 면역기능의 변화를 비교 분석한다.
- 2) Hatha Yoga실시와 detraining에 따른 집단별 건강관련체력과 면역기능의 변화를 비교 분석한다.

### 3. 연구의 가설

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 연구가설을 설정하였다.

- 1) 자각적 운동 강도별과 건강관련체력은 차이가 있을 것이다.
- 2) 자각적 운동 강도별과 면역기능은 차이가 있을 것이다.
- 3) 건강관련체력에 있어서 자각적 운동 강도별 및 강도별 × 시기간 상호작용효과에 차이가 있을 것이다.
- 4) 면역기능에 있어서 자각적 운동 강도별 기간 및 자각적 운동 강도별 × 시기간 상호작용효과에 차이가 있을 것이다.

### 4. 연구의 제한점

- 1) 대상자의 유전적 특성 및 심리적 요인 등과 같은 개인적 특성은 고려하지 못하였다.
- 2) 연구 기간 중 대상자들의 Hatha Yoga프로그램 이외의 신체활동은 최소한 제한하였다.

### 5. 용어의 정의

본 연구에서 사용된 용어의 정의는 다음과 같다.

- 1) 디트레이닝(detaining) : 신체 훈련을 중단하는 것
- 2) 하타 요가(Hatha Yoga) : 요가의 형태에 따라 육체적인 수행을 중시하는 요가의 한 유파
- 3) 아사나(Asana) : 어원적으로는 앉음, 앉은 형태를 의미하며 수천 년 전부터 요가 수행자들이 개발한 일종의 운동체계
- 4) 호중구(Neutrophil) : 감염조직으로 다량 유입되는 포식성 백혈구로서 혈액 중 가장 많은 백혈구
- 5) 림프구(lymphocyte) : 체액성과 세포성 면역을 조정하는 단핵백혈구
- 6) 단구(monocyte) : 콩 모양의 핵을 가진 백혈구로 조직 대식세포의 전구체
- 7) 면역글로블린(immunoglobulin; IG) : 항체활성을 가진 당단백질
- 8) IgG(immunoglobulin G) : 중쇄를 가진 면역글로블린의 한 종류로 혈장 내 면역글로블린 중 가장 많이 분포
- 9) IgA(immunoglobulin A) : 중쇄를 가진 면역글로블린의 한 종류. 이합체(dimeric form)의 IgA 항체는 점막 분비액에 존재하며, IgA의 단합체(monomeric form)는 혈액 내에 존재

- 10) IgM(immunoglobulin M) : 중쇄를 가진 면역글로불린의 한 종류. 면역반응과정에서 B 세포 표면에 가장 먼저 나타나고 먼저 분비되는 면역글로불린
- 11) IgD(immunoglobulin D) : 중쇄를 가진 면역글로불린의 한 종류. 성숙 미경험 림프구의 표면에 나타나는 면역글로불린이나 그 기능은 명확하지 않음
- 12) IgE(immunoglobulin E) : 중쇄를 가진 면역글로불린의 한 종류. 알레르기반응에 관여
- 13) 호산구(eosinophil) : 항체의존성세포특성의 기능이 있는 과립구로 과립 내에 포함되어 있는 양이온을 함유한 단백질의 방출에 의해서 기생충에 대한 독성과 식능력 보유
- 14) 호염기구(basophil) : 히스타민 등 활성아민을 함유한 염기성 색소에 물든 과립을 갖고 즉시형 알레르기에 관여하는 백혈구





## II. 이론적 배경

### 1. Hatha Yoga와 운동

하타 요가는 신체의 모든 근육과 관절을 사용해서 하는 운동이다. 하타 요가의 동작들은 평소에 움직이던 방향과 반대 방향으로 몸을 움직이게 해서 평소에 잘 사용하지 않았던 근육과 관절을 유연하게 해 준다는 점에서 사람의 신체기능 향상에 매우 중요한 역할을 한다고 볼 수 있다(안중기, 2000; 박장근, 이란희, 2004). 또한 몸의 각 부분을 이완·수축 시켜서 내부 장기와 골격의 위치를 바로잡아 주는 것이며(이정훈, 2004), 다이어트 효과나 피로회복, 마음의 안정은 신체균형이 회복됨으로써 자연스럽게 얻어지는 것들이며 이러한 효과는 혈액의 흐름과 호흡이 원활해짐으로써 나타나는 결과라고 할 수 있다(박장근, 이란희, 2004).

하타 요가에는 체위에 따라 서서하는 체위, 앉아서하는 체위, 누워서하는 체위가 있으며, 후굴 자세, 전굴 자세, 비틀기, 기울기 등의 자세가 있다. 두 가지 서서 행하는 기본자세는 나무자세와 삼각자세가 있다. 나무자세는 완전한 평형상태 속에서 몸과 마음의 중심을 잡는데 도움이 된다. 삼각자세는 비틀면서 퍼는 것을 통해 유연성과 탄력성을 발달시키는 자세이다. 뱀, 메뚜기, 활자세는 후굴자세로 척추를 유연하게 하는데 중점을 둔 것이다. 이 자세들은 자율신경계에 영향을 주고 척추의 양옆을 지나는 신경을 원활하게 조절해 준다. 후굴자세에 이어서 균형을 잡기 위하여 전굴 자세를 하여야 한다. 이 자세들은 특히 소화기 계통을 강화시키고 등 펴기 자세는 척추를 부드럽고 강하게 한다. 비틀기 자세는 모든 내장기관을 부드럽게 마사지하므로 매우 효과적이다. 쟁기자세, 어깨서기, 물고기 자세는 신경계를 조절하여 전신의 건강을 증진시킨다. 어깨서기 자세는 몸 전체의 호르몬 체계에 영향을 준다. 그래서 이것을 모든 자세의 여왕이라고 한다. 마지막으로 중요한 자세인 송장자세는 몸과 마음을 이완시키고 평정을 가져다준다. 이러한 자세들은 명상 자세를 완전하게 하는 준비단계가 된다. 진정한 자세의 의미는 편안히 앉아있는 것이다(이태영 역, 2003).

이와 같이 요가의 형태는 그 수행방법에 따라 다양하게 분류되지만, 요가는 대체적으로 라자 요가와 카르마 요가로 양분하여 분류한다. 라자 요가는 정신적인 면을 카르마 요가는 육체적인 면을 중시하여 내면의 세계로 이끈다. 특히 하타 요가는 육체적인 수행을 중시하는 요가의 유파인데, 육체를 통달하여 인간의 몸을 '신성한 몸'으로 바꾸고자 하는 것이며, 이러한 육체에 대한 면밀한 분석이 바로 하타 요가의 신비 생리학이다. 그리고 이러한 생리학에 기초해서 육체를 정복하기 위한

제 훈련법들이 하타 요가의 수행체계로(이지나, 2002) 쿤달리니의 원리를 받아들이고 신체적인 훈련과 조식(調息) 그리고 고행 등을 행하는 것이 특징으로 카르마 요가라고도 부른다. 이 유파의 개조(開祖)는 고라크사나타(Goraksa-Natha)로 전해지며 16~17세기 경 스와트 마라마(Svatmarama)가 쓴 하타 요가 프라디피카(Hata Yoga Pradipika)가 대표작으로 알려져 있다.

브라마난다는 하타 요가 프라디피카 해설(Commentary on the Hata Yoga Pradipika)에서 하타 요가의 의미를 “Ha는 스와라(swara 해), Tha는 찬드라(chandra 달)를 뜻하기에 하타 요가는 스와라와 찬드라의 결합에 의한 것으로 이해된다”고 말한다. 또한 “하타는 오른쪽 콧구멍을 통한 호흡인 태양호흡과 왼쪽 콧구멍을 통한 태음 호흡이다. 따라서 요가란 단어를 결합하여 본다면 태양호흡과 태음호흡의 결합 즉 수리아와 찬드라의 결합을 통해 중도 상태를 달성하기 위한 수행체계를 목적으로, 자기 자신의 내부 상태를 자각하기 위하여 육체단련과 호흡을 중심으로 하는 요가”라고 하타 요가를 정의하고 있다(현천, 1996).

따라서, 현대요가는 명상을 위한 라자 요가와 박티 요가보다는 15세기에 ‘하타 요가 프라디피카’라는 경전에 나타나기 시작한 하타 요가가 주류를 이루고 있으며(조현정, 1998), 특히 아사나(Asana) 중심의 하타 요가가 널리 퍼지게 된 것은 결핍된 부분을 빠르게 채우고 효과를 보려는 현대인들의 실용적인 성향을 강하게 반영하는 현상으로 여겨진다(신희봉, 2000).

## 2 운동과 디트레이닝

신체 훈련은 여러 조직에 유효한 생리적 자극을 부과한다. 이러한 자극은 훈련에서 실시된 운동 양식을 더 지속할 수 있도록 개인의 능력을 향상시키는 특수한 적응이 일으키게 된다.

적응수준 정도나 운동을 지속할 수 있는 능력의 향상은 신체훈련을 실시한 자극의 강도에 비례하며, 훈련에 의해서 이루어진 적응상태의 가역적 개념(reversibility concept)은 신체 훈련을 중단(detaining)하거나 줄이게 되면 신체의 계통은 감소된 생리적 자극에 따라서 재조정된다(임완기 등, 2004). 즉, detaining은 개인이 운동프로그램을 중단했을 때 나타나는 생리학적 적응과 운동 수행의 적응을 말하며, 이러한 변화들은 운동 중의 현상과 정반대이며, 수개월 동안 향상시켰던 훈련에 의한 신체개선이 운동을 시작하기 이전의 상태로 후퇴한다(성봉주, 2000; Willmore & Costill, 2000). 특히, 근소실(sarcopenia)이 나타나고(Horotobagyi et al., 1993; Staron, 1991), 운동 기간 중 일어나는 신경학적 기능에서의 변화 즉, 운동 단위의 동원, 협응 수축 등을 상실하게 되어(Earle & Baechle, 2004) 결과적으로는 체력저하와 경기력에 영향을 미친다(Kraemer, Dudley, & Tesch, 2001; Shima,

Ishida & Katayama, 2002).

detraining에 따른 골격근의 약화는 지근섬유보다 속근섬유에서 한결 빠르게 나타나지만 (Horotobagy et al. 1993), detraining은 모든 변인에서 반드시 나쁜 결과가 나타나는 것은 아니며, 초과보상(supercompensation)의 효과로 일시적이지만 오히려 좋아지는 변인도 존재한다.

여러 형태의 운동 과정에 관한 연구는 많지만 detraining에 관한 연구는 상대적으로 적기 때문에 명확한 결과는 드물며, 특히 하타 요가운동에 따른 detraining 결과는 거의 연구된바 없으나 일반적으로 많이 실시하는 저항운동을 포함하는 운동의 초기 연구들은 운동의 완전 중단과 운동량 저하는 근력감소를 초래하지만 운동 수행기의 근력이 증가되던 속도보다는 느린 속도로 감소됨을 보고하고 있다(Dudley, Tesch, Miller & Buchannan, 1991; Hakkinen, Pakarinen & Kyrolainen, 1990; Ishida, Moritani & Itoh, 1990; Narici, Roi & Landoni, 1989; Rasch, 1971).

Mujika & Padilla(2000)도 대부분의 경우 저항운동의 완전 중단은 근력의 즉각적인 감소를 가져오며, 비록 근력감소의 정도에는 차이가 있지만 짧은 detraining 기간은 거의 근력 감소를 가져온다고 보고하였고, Fleck & Kramer(1997)는 짧은 detraining 기간 동안 근력이 감소하더라도 detraining 후의 근력수준은 트레이닝 이전 수준보다는 더 크며, 긴 기간의 detraining 역시 근력의 감소를 가져오지만, detraining 기간 후의 근력은 저항운동을 시작하기 전의 근력보다는 더 크다고 보고하고 있다.

한편, Hakkinen et al.(1990)에 의하면, 남성 근력운동선수와 일반 남녀를 대상으로 10.5주간 변화를 비교한 결과, 모든 집단이 그 기간 동안 squat를 통해 유의하게 향상되었고, 이후 2주간 훈련중단 하였을 때 남성 근력운동선수와 일반 여성은 근력이 약간 감소하였으나 일반 남성의 경우 약간 증가하는 것으로 보고하였다.

엘리트선수를 대상으로 한 Hakkinen & Komi(1985)의 연구도 올림픽스타일 역도선수들의 경우 훈련을 멈추게 되면 훈련된 squat 능력이 매우 빨리 감소한다고 보고하였다. 그러나 Kraemer et al.(2002)는 단기간의 detraining(14일)은 저항운동을 계속적으로 수행한 숙련된 육상선수와 여가로 즐기는 근력 훈련자에게는 근력과 순발력에 미치는 영향이 적게 나타났다고 보고하여 단기간의 훈련 중지는 근력이나 순발력의 감소에 크게 영향을 미치지 않는다는 것을 보고하고 있다. 이러한 결과는 연구 대상에 따라 결과가 상이하게 나타나지만 엘리트 선수라도 근력 수준이나 훈련의 형태에 따라 단기간의 훈련중단에 의해서도 근력이 변화한다는 것을 시사하고 있다. 그러나 강도 높게 훈련된 운동선수의 경우에는 고강도의 훈련량과 운동 강도의 단계에서 단기간 훈련을 중단하게 되면 오히려 근력증가가 나타나게 된다는 보고(임완기 등, 2004)도 있다.

한편, detraining 후 운동의 지속 효과에 있어서 Lemmer et al.(1999)는 젊은 남성들을 대상으로 저항운동을 9주간 실시 한 후 1RM의 변화량을 detraining 12주와 31주를 측정 한 결과 12주까지는 효과가 지속되고, 31주에서는 트레이닝 전으로 회복되었다고 보고하였으며, 일찍이 Staron et al.(1991)은 이미 저항운동을 경험한 여성은 장기간의 훈련 중지(32주)는 근력이 현저하게 감소하는 결과를 보였으나, 트레이닝 이전의 수준보다는 높은 것으로 나타났다고 보고하여 장기간의 운동 효과는 운동 전보다 최소 8개월 정도 지속되는 것으로 보고하였다. 또한, Blimkie et al.(1989)은 발육기 어린이를 대상으로 훈련강도와 기간의 변화 없이 1주일에 3회에서 1회로 줄였을 때 8주동안 최대근력(1RM)이 변화하지 않은 것으로 나타났으며, 8주간의 훈련중단 후 1RM이 이전 훈련의 수치보다 높게 나타났다고 하였다. 이러한 결과는 대상이나 연령, 운동의 지속기간에 따라 효과 유지가 다르게 나타나고 있지만 대체로 훈련 중지는 운동 전의 수준보다는 높은 것으로 보고되고 있다.

운동 수행에 따른 호르몬 변화에 있어서도 성봉주(2000)의 연구 결과를 볼 때 detraining이 호르몬의 증감에 예민한 변화를 보인 것을 볼 때 결국은 detraining은 호르몬 측면에 있어서도 부정적인 결과를 보이고 있다. 특히 detraining은 무엇보다도 근신경계 운동 수행에 막대한 영향을 미치므로 (Kraemer et al., 2002; Wier, Housh, Housh & Weir, 1997) 운동효과의 지속성 유지를 위한 최선의 방법은 detraining 기간을 줄이는 것에 중점을 두어야 할 것으로 본다. detraining 기간이 길면 길수록 긴 retraining 기간이 필요하기 때문이다.

결과적으로 대부분의 연구는 단 몇 일간의 휴식이나 운동량의 감량은 격렬한 활동으로 이룩된 경기력에는 영향을 미치지 않을 뿐만 아니라 경우에 따라서는 경기력을 향상시킬 수도 있다고 밝혀 지기도 하였으나, 대부분이 연구에 있어서는 장기적인 완전 활동정지에 의한 휴식과 감량의 훈련이 선수의 생리적인 기능과 경기력에 바람직한 결과를 낳게 하지 못한다고 한다(임완기 등, 2004; 김수근과 정동혁, 2004).

따라서 운동의 중단이나 운동량, 강도나 빈도의 감소는 훈련 지속의 효과에 대한 부정적인 결과를 가져오는 것으로 보이며, detraining은 생리적 능력을 감소시킴으로서 경기력에 영향을 미칠 수 있으므로 운동의 중단에 대한 다양한 결과들과 그에 대한 이해는 체력향상과 경기력 향상을 위한 최적의 운동 프로그램 설계에 중요한 요인으로 활용될 수 있을 것이다.

### 3. 면역기능과 운동

#### 1) 면역의 개념 및 기능

면역의 의학 분야에서는 특정한 감염질병에 대하여 저항하기 위한 신체의 방어능력을 의미한다. 이러한 방어능력이란 자기(self)를 지키기 위해 비자기(non-self)를 식별하여 생체로부터 비자기를 배제하는 신체의 방어기전(defense mechanism)을 의미하고 있다(김우호, 1993). 즉, 면역이란 질병, 특히 감염성 질병으로부터 숙주를 보호하는 체계이며, 우리 몸에는 이러한 면역기능이 있어서 질병에 걸리지 않고 일상생활을 할 수 있는 것이다. 우리도 모르는 사이에 면역기능에 의하여 병원균이 침입할 수도 없게 되기도 하고, 일시적으로 질병이 생기다가도 곧 완전히 회복되기도 하며, 자신도 모르는 사이에 질병에 대하여 저항성을 얻게 되기도 한다. 면역현상에 대한 보다 구체적인 관찰 및 이용은 오래 전부터 이미 존재하여 왔다(강호영 등, 2006).

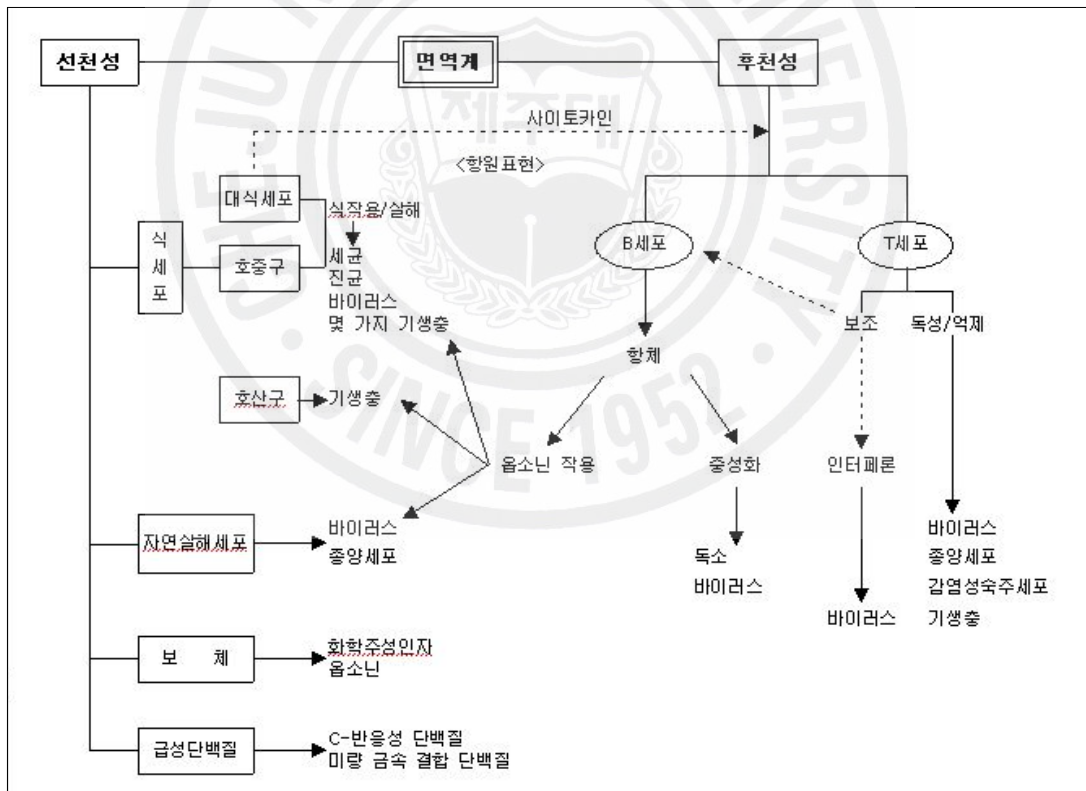


Figure 1. Composition of Immune System.

## 2) 백혈구(white blood cells; WBC)

혈구는 적혈구와 백혈구가 있는데 적혈구는 헤모글로빈을 함유하고 있지만 백혈구에는 없고, 포유류의 적혈구는 핵이 없으나 백혈구는 핵을 가지고 있다. 핵을 가졌다는 것은 1개의 세포로서의 자격을 충분히 갖추었다는 뜻이 된다. 한 개체로서의 적혈구는 모양이나 크기가 다소 다르더라도 본질적으로는 한 종류인데, 백혈구는 세포의 크기나 핵의 모양, 원형질 내의 과립(顆粒)의 유무나 성질로 보아서 몇몇 종류로 구분된다(강호영 등, 2006).

세포체 내에 특수한 성질의 과립을 함유하는 과립백혈구는 골수에서 생기고, 특수한 과립이 없이 세포체가 작고 핵이 비교적 큰 림프구는 림프절이나 지라 등에서 생기며, 단구(單球)는 그 기원이 아직 불명이지만 지라 등 세망내피계(細網內皮系)에 속하는 것으로 보고 있다. 백혈구 중 어떤 것은 혈관 밖을 유주(遊走)하는 성질을 가졌음이 확인되고 또한 식세포작용, 즉 체내에 침입한 병원체나 이물질의 주위에 모여들어 각기 자기 체내로 끌어들여 효소작용에 의해 소화시키는 작용을 한다. (김선영 등, 2006).

백혈구 수는 사람의 경우 혈액  $1\text{mm}^3$  중에 평균 7,000개인데 소아에게 많고 신생아 때는 1만 개 이상이나 된다. 식사, 운동, 정신적 감정에 의해서도 증가되며, 특히 충수염(蟲垂炎) 등 급성염증이나 백혈병 등의 경우에 현저하며, 방사선 장애, 풍진(風疹), 장티푸스, 홍역 등에서는 감소되므로 임상에서 백혈구의 상태를 조사한다는 것은 중요한 검사의 하나로 되어 있다. 백혈구(白血球)는 WBC(white blood cells) 혹은 leukocytes라는 용어로 불리우며 림프계세포(림프구)와 골수계세포(골수구)로 나누어지며 아형에 따라 과립구(granulocytes)인 호중구(neutrophil), 호산구(eosinophil), 호염기구(basophil), 무과립구인 림프구(Lymphocyte)와 단구(monocyte)로 분류된다(나재철, 2002).

골수계 전구세포(myeloid progenitor)는 과립구, 대식세포(macrophages), 그리고 비만세포(mast cells)로 분화한다. 과립구는 염증세포(inflammatory cell)라 불리기도 한다. 대식세포처럼 T림프구에서 생성된 사이토카인에 의해 자극 받으며 옵소닌화(opsonization)된 외래 항원이 식균작용을 하게 되므로 특이면역의 중요한 작동세포로써 작용한다.

### (1) 호중구(neutrophil)

호중구는 핵모양이 다양하여 다형핵백혈구(polymorphonuclear leukocytes)로 불리기도 하며 2~5개 분엽핵으로 구성되고, 농축된 염색질, 옅은 핑크색 세포질과 과립의 형태를 띤다.

백혈구의 50~70% 정도를 차지하고, 백혈구 전체의 수 증가나 감소를 좌우하고, 탐색기능을 한다. 화학주성 자극(chemotactic stimuli)에 빠른 반응성을 보여 식세포(phagocyte)로써 대식세포가 갖는 식균작용과 분해기능을 수행하며 대식세포에 의해 일차적으로 생성된 사이토카인에 자극되어 급성

염증반응(acute inflammatory response)을 유발시키는 주된 세포 집단이다(강호영 등, 2006).

호중구는 체내에 침입한 세균을 탐식하고 이를 죽여 녹이는 활발한 식균작용을 할 뿐 아니라 체액성 면역의 작동세포로서 기능과 항상성을 유지하는 역할도 한다(조유향, 1995). 호중구는 임신, 격렬한 운동 후, 성홍열, 디프테리아, 폐렴, 패혈증 등 세균성감염증, 화상, 출혈, 악성종양이 있을 경우 증가하고, 장티프스, 수두, 홍역, 풍진, 인플루엔자 등의 병태를 가질 때 감소한다고 알려져 있다(신희수, 2002). 또한 많은 선행연구들은 운동 중과 후에 순환호중구의 증가를 보고하고 있으며, 호중구 증가증(neutrophilia)은 운동 중 가장 일반적인 변화의 하나이다(나재철, 2002).

한편, 급성 운동에 의해서도 말초 혈중의 호중구 수는 일과성으로 증가하는데 이것은 운동에 따른 혈류 증가와 혈류분포의 변화, 운동에 의한 catecholamine 분비의 증가에 의한 현상이라고 宮崎, 芳賀와 大野(2001)는 보고하였다.

### (2) 호산구(eosinophils)

호산구의 핵은 주로 2개 분엽으로 되어있고, 세포질은 굵고 붉은 과립이 조밀하게 분포하고 있는 형태를 가진다. 주로 기생충 감염에 관여하는 호산구는 기생충과 같이 많은 양의 IgE 생성을 유발시키는 항원에 대한 면역반응에 있어 중요한 작용세포로 기능을 한다. 호산구는 화학주성인자에 의하여 자극되며, 산화물 형성 기능은 호중구보다 강력하나 세포 내 살균기능은 호중구보다 덜하고, 기생충과 표적세포에 부착하여 과립 내용물과  $H_2O_2$ (과산화수소)등 산화물을 세포 밖으로 분비하여 기생충과 표적세포를 살해한다(김선영 등, 2006).

호산구는 기생충감염, 알러지성질환이나 기관지천식 등의 과민성질환이 있을 때 증가하며, Cushing's disease이나 부신피질자극호르몬(Adrenocorticotropic hormone; ACTH) 투여 후 감소하는 것으로 알려져 있다.

### (3) 호염기구(basophil)

호염기구는 혈액을 순환하는 일종의 조직 비만세포이며, 과립구 가운데 가장 적은 수(수용성과립)과 뚜렷하지 않은 형태의 핵의 형태로 존재하며, 말초혈액 백혈구의 0.5%, 골수유핵세포의 0.3%에 해당한다(Laurel & Mackinnon, 2000).

호염기구는 골수에서 2~7일간 성숙한 후 말초혈액 내에서 약 2주까지 순환한다. 붉은 적자색의 과립을 가지고, 골수나 결체조직에만 소수 존재한다. 호염기구는 염증매개체를 생산하여 과립 내 저장하고 있고, 세포막의 수용체(IgE의 Fc receptor)에 결합된 IgE에 특이 항원 allergen이 결합하면 anaphylactic degranulation이 발생하여 세포내에 저장되어 있던 histamine등이 유리되어 즉각적인 과민반응 증상이 나타난다(김선영 등, 2006).

호염구증(Basophilia)은 말초혈액에서 호염구가  $0.2 \times 10^9/L$  이상으로 증가하는 경우로서 매우 드물며, 원인으로서는 알레르기 반응, 만성 골수구성 백혈병, 진성 다혈구증, 점액부종(myxedema) 등이 있다.

#### (4) 단구(monocyte)

전체 백혈구 중 3~7%의 비율을 차지하는 단구는 조직 내 침입 세균을 소화시키는 중요한 방어 역할을 맡고 있는 식세포로서 불규칙한 형태의 핵과 세포질, 연한색의 염색질과 핵이 세포질에 공포로 존재하고 이중세포질을 가지고 있다. 백혈구의 여러 종류 중 가장 크기가 크며 탐식기능과 세균 및 암세포의 성장을 억제하거나 죽이며, 분비기능이 있고, 혈관생성을 자극하고 상처를 치유하며, 림프구에 항원을 제공하는 기능을 가진다(강호영 등, 2006).

단구는 미생물에 대한 초기 면역반응에 중요한 역할을 한다. 주요 임무는 항원을 처리하고 특이 면역반응을 유발시키기 위해 보조 T세포에 항원을 제공하며, 산소의존성과 산소비의존성 메커니즘에 의해 미생물의 식작용과 살해 및 급성기반응을 제시한다(김선영 등, 2006).

단구는 다기능성간세포(pluripotent stem cell)에서 기원하고, 특이표면 항원특성과 더불어 단구로써 순환 속으로 방출되기 전단아구와 전단구(promonocytes)로 골수에서 분화된다. 단구에는 4가지 아형( $CD56^+$ ,  $CD14^{bright+}$   $CD16^-$ ,  $CD14^{bright+}$   $CD16^{dim}$ ,  $CD14^{dim+}$   $CD16^{bright+}$ )과 세 가지 수용체( $CD64$ ,  $CD45$ , HLA-DR)가 있다.

단구에서 분화된 대식세포는 비특이적 면역반응에 참가할 뿐만 아니라 보조적 세포로부터 특이적 면역 메커니즘에 중요한 역할을 한다. 따라서 대식세포는 면역체계에 관한 신체운동의 효과를 연구하기 위한 적절한 세포아형이다.

단구 증가증(Monocytosis)은 말초혈액에서 단구가  $1.0 \times 10^9/L$  이상으로 증가하는 경우이며, 단구 감소증(monocytopenia)은 말초혈액에서 단구가  $0.2 \times 10^9/L$  미만으로 감소하는 경우로 결핵, 매독, 활동성결핵, 리케차성질환에 의해 수가 증가할 수 있다(김선영 등, 2006).

운동이 단구에 미치는 영향은 명확히 밝혀져 있지만 단구 농도의 유의한 증가는 외상, 신체운동 후 일어나는 것으로 발견되었는데, 秋本과 河野(2001)는 운동에 의해서 크게 변동하지 않으며, 고강도의 운동일 때 말초혈 중 세포수가 약간 증가한다고 하였고, 이한(2001)은 일반인을 대상으로  $70\%VO_2max$ 의 강도로 90분간 운동을 수행한 결과, 유의한 변화가 없었다고 했고, Edwards et al.(1984)은 운동으로 인해 단구 수가 증가된다고 보고하여, 운동에 따른 단구의 변화에 대해서는 아직 명확하지 않은 상태이다. 그러나 Lewichi et al.(1987)은 운동 중 감소를 보고하였고, 나재철(2002)은 단기간 운동은 비특이 숙주방어를 증진시키고 특이숙주방어를 억압한다고 하였다.



#### (5) 림프구(lymphocyte)

림프구의 핵은 부드러운 Margin(분열X)이고 세포질은 주변 적혈구에 밀려들어가고 농축된 염색질의 형태로 큰 것은 azophlic 과립, 작은 것은 적은 양의 세포질로 핵 크기가 주변 적혈구와 비슷하며, 전체 백혈구의 20~30%를 차지한다(이삼준, 2002).

체내에서 서로 다른 항원 결정부위(antigenic determinant)를 특이적으로 인식하고 구별할 수 있는 유일한 세포로서 이에 의해 면역반응의 특이성이 생긴다. 이러한 림프구는 특이적 면역기구로서 중요한 역할을 담당하고 있으며 여기에는 T림프구, B림프구, 자연살해세포(natural killer cell; NK cell) 등이 있으며, 바이러스성 질환에 대한 면역기능이나 알레르기에 관여한다(신희수, 2002). T세포와  $\beta$  세포는 그들 표면에 다양한 수용체를 가지고 있어서 그들을 통하여 항원을 인식하는데 혈액 림프구의 약 20%를 B세포가 차지하고, T세포는 약 70%를 차지하고 있다(정용자 등, 1998). 그 중 T림프구(T조력세포, T억제세포)는 lymphokine들을 생산하고 면역반응을 조절하며 세포용해 기능이 있다. T림프구는 기능과 세포 표면 분자 $CD4^+$  또는  $CD8^+$ 의 표현에 따라 두 가지로 분류되는데 하나는 활성화되어 분화하면 세포 독성/억제 T세포(cytotoxic/suppressor Tcells)가 되어 바이러스에 감염된 세포를 죽이게 되며, 두 번째는 분화되면  $\beta$ 세포나 대식세포와 같이 다른 세포의 활성을 돕는 보조 T세포(helper/inducer T cells)가 된다(김대식 등, 2000).

B림프구는 항체와 lymphokine을 생산하며, NK cell은 자연살해능으로 세포를 용해하고 lymphokine을 생산한다. 림프구는 결핵, 매독, 부르셀라, 장티프스, 간염, 유행성이하선염, 홍역 등의 질환이 있을 때 증가하며, Hodgkin's병이나 알레르기성질환이 있을 때 감소한다(Roitt, 1989).

운동에 의한 림프구의 변화를 알아보기 위한 선행연구 결과는 연구자에 따라 차이가 있는데 赤間 등(2001)은 급성의 강한 운동에서는 세포 상해성 T cell과 NK cell이 일과성으로 증가하며, 특히 NK cell의 활성화는 급성 운동에 의해서 일시적으로 증가하고 그 후에는 운동 직전보다 저하하며, 운동 습관이 있는 자는 없는 자에 비해 NK cell 활성이 높고 지속적인 운동도 NK cell 활성을 증가시킬 가능성이 있다고 하였다.

신희수(2002)는 65~70%HRmax의 강도로 여성 고령자가 1회성 유산소운동을 할 경우 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 그러나 운동 후 림프구가 감소했다고 보고한 赤間 등(2001), Brenner 등(1994), Gray 등(1993), 이한(2001)의 연구 결과도 있어 운동 형태나 강도, 시간, 대상 등에 따라 림프구의 증감은 다양하게 나타나는 것으로 사료된다.

### 3) 면역글로불린(immunoglobulin; IG)

면역글로불린은 항체 기능을 가진 혈청 단백질이다. 그 명칭은 1964년 WHO에 의해 명명된 것이다. 항원에 대한 반응으로 B림프구가 활성화되어 형질세포로 분화되어 세포 표면 면역글로불린이 혈청 내로 분비되어 항원과 특이하게 반응하게 되며 이런 면역글로불린을 항체(antibody)라 한다(이삼준, 2002).

항체는  $\beta$ 세포에 의해 항원 특이적으로 만들어지는 산물이며, 감염에 대한 항체 생산은 적응 면역 반응에서의  $\beta$ 세포의 중요한 역할이다.  $\beta$ 세포 항원 수용체는 세포막에 부착된 항체의 형태이며 세포가 활성화되면 분비된다. 항체분자는 보통 면역글로불린(immunoglobulin) 또는 줄여서 Ig라고 하며 B림프구의 항원 수용체는 표면 면역글로불린이다(김대식 등, 2000). 또한 항체 활성화는 증명되지 않더라도 이것과 공통의 분자 구조를 갖는 단백질도 일반적으로 Ig 속에 포함되어 총괄되고, 그 기능은 첫째, 한 부분은 항원과 결합하고, 다른 부분은 여러 면역계 세포들 및 탐식 세포 등의 숙주조직과의 결합, 그리고 면역글로빈들이 결합하는 매개 역할인 것으로 알려져 있다. 이는 혈장 단백질의 한 종류로서 사람에게는 5종인 IgA, IgD, IgG, IgE, IgM이 존재하며, 혈중에서는 주로 IgA, IgG, IgM, 점막표면에서는 분비형 IgA가 존재한다(김선영 등, 2006). 이들은 기본 구조와 기능은 유사하나 크기, 구성, 특수 기능은 상이하다(Mackinnon & Jenkins, 1993).

IgA는 혈청 중에서 IgG의 약 1/6밖에 존재하지 않지만 소화관이나 기도의 분비액, 타액, 초유, 눈물 등의 분비물 중에 들어 있는 항체의 주성분이 되고 있다.

IgG은 혈청 중에 가장 다량으로 존재하는 면역글로블린으로 항원자극 후 접촉적으로 생산되고 자극의 반복에 의해 생산량의 증가가 현저하다. 우리 몸과 가장 밀접한 관계를 가지고 있는 것으로 알려져 있다.

IgM은 면역글로블린 중 다른 종류의 것에 비해 분자량이 약 5배이고, 면역학적 활성도가 높기 때문에 초기에 중요한 역할을 하는 항체이며, 보체를 활성화시키고 항원 응고 기능을 한다.

일반적으로 운동에 대한 혈청 면역글로블린은 점증적 최대운동과 격렬한 최대하 운동에서 증가하지만, 매우 격심한 운동과 탈진적 훈련에서는 감소하는 등 운동과 관련해 면역글로블린은 변화의 상반성과 다양성을 지니고 있다(나재철, 2002; 이소영 등, 2006; Mackinnon, 1993).

운동과 관련된 면역글로블린의 대부분 연구들은 격렬한 지구력 운동 후에 IgG, IgM 농도가 감소된다고 보고되었으나 대조적으로 최근 중강도 운동은 순수 타액 IgA, IgG, IgM 농도에 영향이 없는 것으로도 보고되었고, 50~80% $V_{O_2max}$ 의 운동강도에서 15~45분 정도의 운동은 IgG, IgM, IgE 반응을 결정시키는 한 요인으로 제안되고 있다(McDowell et al., 1991).

이소영 등(2006)은 승마경력이 8개월~10년의 남자 선수를 대상으로 30분간 승마를 실시한 결과 IgG, IgA 유의한 증가를 보고하였고 스쿼시 선수를 대상으로 한 Mackinnon et al.(1993)과 농구 선수를 대상으로 한 Tharp & Barnes(1991)는 IgA 수준의 증가를 보고하였다. 그러나 장거리 육상선수를 대상으로 한 Mackinnon et al.(1994)은 IgA 수준의 변화가 없음을 보고하였다.

#### 4) 운동과 면역

운동과 면역과의 관련성의 대한 연구는 1930년대를 기점으로 하여 이루어졌으며, 최근의 연구에서는 지구성 운동과 관련하여 인체의 면역반응에 대해 관심이 점점 높아지고 있다(변재철, 2003). 운동시 면역반응과 관련하여 가장 활발하게 연구가 이루어진 분야는 자연살해세포의 반응으로서, NK cell은 림프구 아군(lymphocytes subset)으로 종양세포와 바이러스에 감염된 세포들을 직접적으로 세포독성(cytotoxic)을 발휘하여 바이러스 감염에 대한 강력한 방어역할을 하는 것으로 알려져 있다(Herberman, 1981)

과도한 운동에 따르는 면역기능의 변화는 1901년 보스톤 마라톤 대회에 참가한 4명의 선수들로부터 채혈한 혈액으로부터 혈중 호중구가 크게 증가했음을 발견한 Larrabee(1902)에 의해서 백혈구 수의 변화에서 그 사실을 발견하였다.

신체활동이나 계획된 운동 그 자체는 인체의 항상성을 변화시키는 생리적, 심리적 스트레스 원(源)의 한 유형(MacNeil, Hoffman-Goetz, Kendall, Houston & Arumugam, 1991)으로써 인간과 동물의 면역기능에 긍정적 혹은 부정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(나재철, 2002). 이러한 면역기능에 대한 변화들의 원인은 일반적으로 혈액, 골격근의 호르몬인 코티졸(cortisol), 카테콜라민(catecholamine)과 사이토카인 수준에 대한 변화 때문으로 보고되었다(Hoffman-Goetz, Zajchowski & Aldred, 1999; Mastro et al., 1999; Pendersen & Toft, 2000). 이전에도 많은 사람들이 규칙적인 운동은 감기와 같은 감염성 질병에 대한 저항성을 높여준다고 주장했다(Nash, 1987). 그러나 이러한 운동이 면역기능을 향상시켜줄 것이라는 일반적인 믿음과는 달리 Cannon(1993)과 Berk, Tan, Nieman, & Eby(1986)는 대부분의 운동 참가자들이 믿고 있는 것처럼 모든 형태의 운동이 인체내 면역기능의 향상을 유발하는 것이라고 단순하게 생각해서는 안 될 것이며, 개개인의 생리적인 특성을 고려하지 않은 갑작스러운 신체활동이나 무리한 운동은 오히려 면역기능의 부조화를 초래하게 된다고 주장하였다. 또한 부적절한 운동이나 과도한 운동은 면역학적 항상성을 방해하거나(Nieman et al., 1989), 신체반응을 억제시켜 감염률을 증가시키며(Shavit, Terman, martin, Lewis, & Liebeskind, 1985), 질병 상태에서는 증상을 더욱 악화시키거나(Friman & Ilback, 1982; Horstman,

1976; Reyes & Lerner, 1976), 심할 경우 합병증을 유발하여 사망에도 이를 수 있다고 보고되었다 (Ames, 1989).

Fitzerald(1988)는 미국의 엘리트 선수들과 코치들이 89%가 과도한 운동이 면역기능을 손상시킬 것이라고 생각한다고 설문지 조사를 통하여 보고하였다. 이처럼 운동이 단순히 면역증진에 효과적일 것이라는 일반적인 믿음이 오히려 과학적으로 논란이 되고 있는 가운데 운동이 인체 내 면역기능을 증진시키는 시점의 운동 강도와 지속시간 그리고 운동 형태에 대한 가치 있는 연구가 활발히 이루어져 왔으며 그 결과 많은 연구들이 운동에 대한 면역의 효과를 다양한 측면에서 논의하고 있다(이삼준, 2002).

지금까지는 운동과 트레이닝이 면역반응에 긍정적인 영향을 보인다는 연구와 영향을 미치지 않는다는 연구 및 부정적인 영향을 미친다는 연구(Pahlavani et al., 1988; Ferry et al., 1990)등 서로 다른 결과를 보이고 있으며, 이렇게 상반되는 결과는 피험자의 체력수준, 운동 트레이닝의 양, 사용된 연구방법이 등이 다르기 때문인 것으로 알려져 있다.

운동이 면역체계에 부정적인 영향을 미친다는 연구는 주로 엘리트 운동선수들을 대상으로 이루어진 결과의 해석으로 엘리트 운동선수들은 일반인에 비해 장기간의 격렬한 트레이닝과 경쟁에 대한 스트레스로 인하여 손상된 면역 체계를 가진다는 보고와 스키선수들을 대상으로 하는 연구에서도 운동선수가 통제그룹에 비해 타액에서 낮은 수치의 IgA를 가지고 있다는 사실이 밝혀졌다(Tomasi et al., 1982). 이러한 결과는 운동 그 자체 때문인지 아니면 추위, 경쟁에 대한 스트레스 및 통합된 효과인지는 밝혀지지 않았지만 Mackinnon, Chick & Tomasi(1988)는 사이클 선수의 연구를 통하여 다른 요소에 비해 감소된 IgA 수준과 가장 직접적인 영향이 있다는 사실을 보고하였다.

곽이섭과 백일영(2000)도 장기간의 유산소 훈련이 고지혈 실험동물의 IgA 면역글로불린에 미치는 영향을 살펴본 결과, 유산소 훈련에 따라 안정 시 IgA의 농도는 통제그룹에 비하여 훈련그룹에서 낮은 수치를 보였으며, 1회성 고강도 운동에서는 통제그룹이 훈련그룹에 비해 IgA 수치가 현저하게 감소하는 사실을 보고하였다. 이러한 운동과 면역시스템에 대한 연구들에서 중등도의 운동은 면역반응을 향상시키는 반면에, 평소 규칙적인 운동을 실시하지 않은 일반인에 있어서는 고강도의 운동 중이거나 운동 직후에 면역억제를 가져와 면역계 성분들이 변화된다는 보고(Levando, Nitskii, Pershin & Zykov, 1998; Smith, 2003, Bruunsgaard & Pedersen, 2000)가 있다.

반면, 고강도로 훈련을 받은 선수들에 있어서는 임상적으로는 면역결핍이 되지 않는다는 것이 일반적인 견해이지만 장기간의 고강도 훈련은 오히려 면역억제를 유발시킬 수도 있으며, 이로 인해 순환하는 말초혈액내의 호중구의 기능과 혈청 및 타액(salivary) 면역글로불린 축적의 감소가 일어나

고, 자연살해세포의 수와 세포독성 능력이 감소하게 된다고 최근에 Mackinnon(2000)은 보고한바 있다. 이러한 이유 중의 하나는 바로 엘리트 선수들의 과훈련(overtraining)이 상기도 호흡부 감염(URTI)과 스트레스에 대한 저항력을 저하시켜 면역억제를 유발한다는 것이다(Pederson, Rohde & Zacho, 1996).

Gleeson, McDonald, Cripps, Pyne, Clancy & Fricker(1995)는 주당 20-25시간 동안 수영 풀에서 장기간 고강도의 훈련을 한 엘리트 수영선수들을 대상으로 면역성에 미치는 영향에 대해 통제그룹과 비교한 결과 수영선수들은 면역글로블린 성분 중 혈청 IgA, IgG, IgM의 농도가 낮았고, 특히 훈련량이 많은 시합시즌에는 총 백혈구수가 유의하게 적었다는 사실을 밝혀냈다. 그러나 시합시즌이 끝난 후에는 운동 선수그룹과 통제그룹 사이의 백혈구 수에 유의한 차이가 없음을 보고하였다.

전술한 선행연구들을 종합해 보면 환경, 기온에 의해서나 운동, 훈련 스트레스는 생리적인 변화와 호르몬들의 변화 및 세포성 면역기능과 면역글로블린 등에 변화를 초래한다는 것을 알 수 있다. 그러나 운동과 면역기능의 관련성에 대해 명확한 결론을 도출하기에는 여러 가지 문제들이 제기된다(Nieman & Nieman, 1991).

이상과 같이 선행연구들에서 보고된 사실에 의하면 스포츠 경기로서 실시하거나 고강도의 훈련을 실시하는 엘리트 선수들은 면역기능이 그렇지 않은 사람보다 현저하게 떨어진다고 보고하고 있다. 따라서 기존의 대부분 연구들은 엘리트 운동선수이거나 또는 직업적인 선수들의 고강도 훈련에 따른 면역반응의 변화를 살펴본 것이 대부분이다.

종합해 보면 운동과 면역반응의 많은 연구 결과들은 세포 수와 세포의 활동성, 대사의 반응, 신경 전달 호르몬 방출 등에 영향을 미치는 운동 지속시간과 운동 강도(Evans et al., 1986; Field, Gougeon & Marlist, 1991; Nieman et al., 1989), 그리고 운동 형태에 따른 연구방법과 내용의 차이에 따라 상이하게 나타나는 것으로 생각되지만 그 중에서도 운동 강도와 지속시간에 따른 차이가 가장 큰 요인으로 생각한다(변재철, 2003).

반면, 고강도로 훈련을 받은 선수들에 있어서는 임상적으로 면역결핍이 되지 않는다는 것이 일반적인 견해이지만, 장기간의 고강도 훈련은 오히려 면역억제를 유발시킬 수도 있다(변재철, 2003). 이로 인해 순환하는 말초혈액내의 호중구의 기능과 혈청 및 타액(salivary) 면역글로블린 축적의 감소가 일어나고 자연살해세포의 수와 세포독성능력이 감소하게 된다고 최근의 한 연구에서 보고되었다(Mackinnon, 2000b). 이러한 이유 중의 하나는 바로 엘리트 선수들의 과 훈련이 상기도 호흡부 감염(URTI)과 스트레스에 대한 저항력을 저하시켜 면역억제를 유발시킨다는 것이다(ACSM, 2006; Pederson, Rohde & Zacho, 1996).

따라서, 스포츠경기에서 최고의 성적을 얻기 위해 트레이닝을 하는 선수나 코치들뿐만 아니라 활기찬 몸, 아름다운 몸매, 심리적 안정 등 건강증진을 목적으로 운동하는 일반인들에게 상기도감염(감기), 중정급성 호흡기증후군(SARS), 후천성면역결핍증후군(AIDS) 등 세균과 바이러스성 감염에 대한 저항성증가를 위한 운동과 면역은 관심사항이 아닐 수 없다(나재철, 2003).



### Ⅲ. 연구 방법

#### 1. 연구 대상

J시 소재 여자중학생을 운동그룹과 통제그룹으로 구분하였으며, 연령 개인차를 줄이기 위해 각각 비슷한 생년월별로 출생 당해 연도 6월을 기준으로 하여  $\pm 1$ 개월 이내(5~7월)에 출생한 자로서 유 의추출법에 의해 운동그룹은 A(RPE 15~17, 8명), B(RPE 11~13, 9명), C(RPE 7~9, 9명) 그룹으 로, 통제그룹은 CON(8명) 그룹으로 모두 4그룹으로 구분하여 총 34명을 대상으로 하였다. 이들은 모두 과거에 특별한 병력이 없고 현재 건강하며, 규칙적인 운동프로그램에 참가한 경험이 없으며, 본인과 학부모가 실험에 참여할 의사를 밝히고 동의서를 제출한 학생들로 선정하였다. 신체적 특성 은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Physical characteristics of subjects

group	n	age(yr)	height(cm)	weight(kg)	body composition	
					%fat(%)	LBM(kg)
A	8	13.37 $\pm$ 0.09	155.44 $\pm$ 7.06	51.22 $\pm$ 8.30	27.79 $\pm$ 6.12	34.42 $\pm$ 3.55
B	9	13.31 $\pm$ 0.08	153.39 $\pm$ 8.13	46.89 $\pm$ 8.34	26.63 $\pm$ 4.74	32.07 $\pm$ 4.61
C	9	13.36 $\pm$ 0.08	154.78 $\pm$ 4.54	49.89 $\pm$ 6.59	27.79 $\pm$ 5.62	33.68 $\pm$ 2.91
CON	8	13.33 $\pm$ 0.12	155.81 $\pm$ 4.54	51.61 $\pm$ 8.22	25.71 $\pm$ 4.57	35.94 $\pm$ 5.04

Values are mean $\pm$ standard deviation

A group : RPE 15~17(hard~very hard)

B group : RPE 11~13(fairly light~somewhat hard)

C group : RPE 7~9(very, very light~very light)

Con : control group

## 2 연구 절차

본 연구의 절차는 <Fig. 2>와 같다.

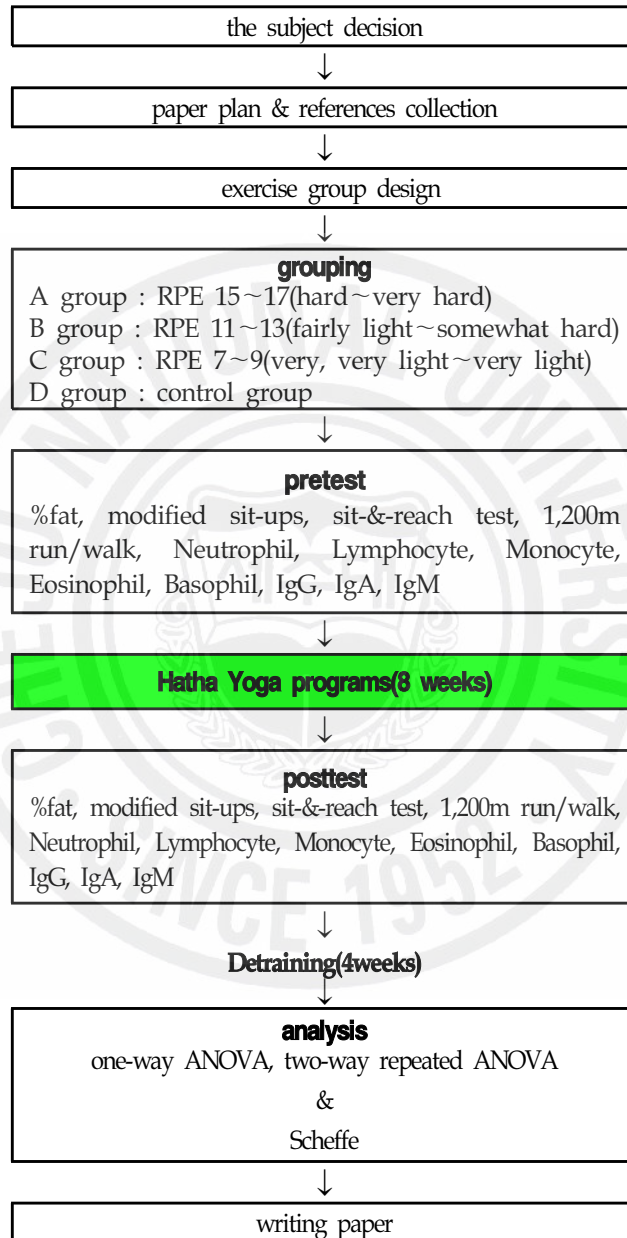


Figure 2. Procedures of study.



### 3. 측정항목 및 방법

#### 1) 측정항목

건강관련체력의 신체조성은 %fat, 근지구력은 modified sit-ups, 유연성은 sit-&-reach test, 심폐지구력은 1,200m run/walk의 4개 항목이었고, 면역기능은 WBC에서 Neutrophil, Lymphocyte, Monocyte, Eosinophil, Basophil, 면역글로블린은 IgG, IgA, IgM로 8개 항목으로 총 12개 항목이었다.

#### 2) 측정 방법

##### (1) 신체조성(%fat)

전기저항을 이용한 다주파수 생체전기 임피던스 분석원리를 적용한 국내 Biospace사 제품인 정밀 체성분 분석기(Body Composition Analyzer)인 InBody 720을 사용하여 체지방률(%)을 산출하였다.

InBody 720은 DSM-BIA 방식으로 1000KHZ의 6개 다주파수(4극 8점 터치식 전극법 8-point Tactile Electrode System)로 세포내 수분, 세포외 수분, 단백질, 무기질, 체지방, 골격근량, 근육량, 체지방량, 체중, BMI, 체지방률, 복부지방률(WHR), 부위별 근육량, 부위별 근육율, 부종진단, 영양평가(단백질, 무기질, 탄수화물) 등의 고도의 체성분 분석 기능을 가지고 있다.

InBody 720에 올라서서 손 전극을 잡고 발 전극을 밟은 후 직립자세로 팔과 다리를 약간 벌린 자세를 취한 후 스타트 버튼을 누르면 마이크로 프로세스가 스위치를 작동시키면서 임피던스 측정 장치는 오른팔, 왼팔, 몸통, 오른다리, 왼다리에서 인체부위별 전기저항을 측정하며 %fat과 근육량, LBM 등의 결과는 1분 후에 결과지로 출력된다.

##### (2) 근지구력(modified sit-ups)

근지구력을 측정하기 위한 검사는 수정된 윗몸일으키기를 실시하였고, 피검자는 윗몸 일으키기 기구대(L180 W40Cm, Korea)에서 편안하게 누운 자세에서 무릎을 90°로 세우고, 양발을 약 10cm 간격으로 벌려 가슴 앞에서 양팔을 가슴에 교차한 상태로 꼭 끼고, 누운 자세에서 상체를 일으켜서 상체의 각도가 45°정도 유지시킨 후, 상체를 내려 양어깨는 바닥에 닿도록 하였으며, 엉덩이의 반동을 이용한 동작은 제어하여 60초간 할 수 있는 횟수를 측정하였다.

##### (3) 유연성(sit-&-reach test )

유연성은 앉아윗몸 앞으로 굽히기를 측정하였으며, 상체를 천천히 굽히면서 측정기구의 눈금 아래로 손을 뻗치고 피검자의 손가락 끝이 2초 정도 멈춘 지점의 막대 자 눈금을 읽어 기록하였다.

허리의 반동을 이용하거나 갑작스럽게 상체를 굽혀 손을 뻗치는 동작을 하였을 때는 재검을 실시

하고, 2회 실시하여 좋은 기록을 인정하고 0.1cm까지 기록하였다.

(4) 심폐지구력(1,200m run/walk)

심폐지구력은 1200m run/walk를 측정하였고, 지나치게 경쟁하거나 무리한 속도로 달리지 않도록 사전 지도하였으며, 달리는 도중 트랙을 이탈하지 않고 걷거나 달리도록 사전에 숙지시켰다. 기록은 초 단위로 측정하되, 초미만은 0.1초 단위에서 반올림으로 기록하였다.

3) 혈액 채혈 시기

운동그룹과 통제그룹의 사전검사를 위한 혈액 채취는 채취 전 12시간 공복상태를 유지하도록 통제 하여 익일 오전 08:00에 실시하였고, 시기별 혈액 채취도 사전과 같이 행해졌다.

채혈은 앉은 자세에서 약 10ml를 주정맥(cubital vein)에서 채취하였으며, 이 때 항응고제인 EDTA(Ethyl Diamine Tetra Acetate)와 LFT tube로 처리한 진공 채혈관 튜브를 사용하였다. 채취된 혈액의 분석은 S임상병리검사센터에 의뢰하였다<Fig. 3>.

sampling & test	pre ↓	↓ prescription								post ↓				
week	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
RPE 15~17 EXE		detraining												
RPE 11~13 EXE		detraining												
RPE 7~9 EXE		detraining												
CON		non training												

RPE 7~9 ; very, very light~very light(매우, 매우 가벼움~매우 가벼움)

RPE 11~13 ; fairly light~somewhat hard(알맞음~약간 힘들)

RPE 15~17 ; hard~very hard(힘듦~매우 힘들)

RPE(Borg, 1982) : Rating of Perceived Exertion scale

↓ ; blood sampling & health-related fitness test

Figure 3. Blood sampling & Health-related fitness test.

(1) 혈액 분석 방법

호중구(Neutrophil), 림프구(Lymphocyte), 단핵구(Monocyte), 호산구(Eosinophil) 및 호염기구(Basophil)는 백혈구(white blood; WBC)를 세포의 종합적인 특징에 따라 분리하여 전기저항법(Impedance Method)과 AccuCount를 이용하여 LH 750 자동혈액분석기(Coulter/ USA)로 Coulter 전용시약으로 백혈구 감별검사(Leukocyte differential count)를 실시하였다.

검사 원리는 전기전도성용액내의 혈액이 전류가 흐르는 Aperture(세공)를 통과할 때 생기는 전기

저항의 변화를 측정하여 혈구의 수와 크기를 구하는 원리로 internal Electrode(내부 전극 : Aperture Housing내의 전극)과 External Electrode(외부 전극 : Bath내 전극)에 따라 혈액 희석 액 속의 세포가 Aperture(세공) 통과하면서 전기흐름을 방해하여 전기적 신호 발생시키고 이때 발생하는 전기 신호의 수는 혈구 수와 비례하게 되는데 이 원리를 이용하였으며, 전기저항을 4초간 측정하였다.

참고치는 WBC를 100% 기준으로 하여 Neutrophil는 38.0-78.0%, Lymphocyte는 17.0~46.0%, Monocyte 2.0~8.0%, Eosinophil 1.0-6.0%, Basophil 는 0.0~2.0% 수준이다.

IgA, IgG, IgM은 Immunoturbidimetric assay 방법으로 면역비탁법을 이용한 원리로 Cobas Integra IgA, IgG, IgM(Roche/Switzerland) 시약을 사용하고 Cobas Integra(Roche/ Switzerland) 기기를 이용하여 시약 내 특이항체와 침전물을 형성하며 340nm 파장에서 측정하였다. IgA, IgG, IgM의 연령별, 성별 참고치는 <Table 2>와 같다.

Table 2. Reference intervals of IgA, IgG, IgM (mg/dl)

IgG		IgA		IgM	
age	range	age	range	age	range
Adult	700~1600	Adult	70~400	Adult	40~230
0~1year	232~1411	0~1year	0~83	0~1year	0~145
1~3year	453~916	1~3year	20~100	1~3year	19~146
4~6year	504~1464	4~6year	27~195	4~6year	24~210
7~9year	572~1474	7~9year	34~305	7~9year	31~208
10~11year	698~1560	10~11year	53~204	10~11year	31~179
<b>12~13year</b>	<b>759~1549</b>	<b>12~13year</b>	<b>58~358</b>	<b>12~13year</b>	<b>35~239</b>
14~15year	716~1711	14~15year	47~249	14~15year	15~188
16~19year	549~1584	16~19year	61~348	16~19year	23~259

#### 4. 운동처방

##### 1) 운동 형태

Hatha Yoga의 아사나(asana)를 중심으로 실시하였고, 통제그룹은 평소대로 일상생활에 임하도록 하였다.

## 2) 운동 강도

Hatha Yoga의 운동 강도는 Borg(1982)의 자각적 운동 강도(Rating of Perceived Exertion scale; RPE)를 이용하여 A그룹은 RPE 15~17(hard~very hard; 힘들~매우 힘들), B그룹은 RPE 11~13(fairly light~somewhat hard; 알맞음~약간 힘들), C그룹은 RPE 7~9(very, very light~very light; 매우, 매우 가벼움~매우 가벼움)로 설정하였다.

RPE의 속지는 적응기를 이용하여 사전 충분한 교육을 실시하였고, RPE의 강도는 4주마다 측정하여 총 8주간 2회에 걸쳐 조절하였다.

## 3) 운동 시간, 빈도, 기간

1일 45~50분간, 주 3회(월, 수, 금)로 적응기 1주를 포함하여 총 8주간 실시하였고, 1회 운동 시간은 준비운동 5분, 본 운동 35~40분, 정리운동 5분으로 설정하여 종목 간 휴식 없이 실시하였다.

## 4) 운동프로그램

ACSM(2002)에서 권고한 청소년 운동검사 및 처방 시 고려 사항을 참고하여 안전수칙을 준수하였고, 8주간의 Hatha Yoga 프로그램과 Hatha Yoga프로그램 실시장면은 <Table 3>, <Fig. 4>과 같다.

**Table 3. Hatha Yoga Asana program for 8 weeks**

Warm-up(10min)		Main exercise(40min)		Cool-down(10min)	
Rest	non rest	Rest	non rest	Rest	non rest
Contents	전굴자세 후굴자세 비틀기자세 기울기자세	Contents	전굴자세 후굴자세 비틀기자세 기울기자세	Contents	전굴자세 후굴자세 비틀기자세 기울기자세
-머리 위로 팔 뻗기 -어깨 들어 올리고 회전하기 -팔 회전하기 -가슴열기 -서서 측면 굽히기 -서서 앞으로 굽히기 -상체 회전하기 -복부수축하기 -중심잡기 등		-태양예배자세(Surya Namaskara) -삼각자세(Trikonasana) -나무자세(Vrikshasana) -부장가자세(Bhujangasana) -메뚜기자세(Shalabhasana) -배 자세(Navasana) -쟁기자세(Halasana) -나비자세(Baddha Konasana) -영웅자세(Virasana) -고양이자세(Bidalasana) -박쥐자세(Upavishta Konasana) -타다사나(Tadasana) 등		-송장자세(Shavasana) -아기자세(Balasana) -누워서 비틀기 -앉아서 척추 비틀기 -거꾸로 하는 자세 -다리 들어올리기 -등 긴장 완화하기 -앉아서 호흡 자각하기 등	



비틀기 자세



고양이 자세(Bidalasana)



박쥐 자세(Upavishta Konasana)



부장가 자세(Bhujangasana)

**Figure 4. Scenes of Hatha Yoga Asana program.**

## 5. 자료처리

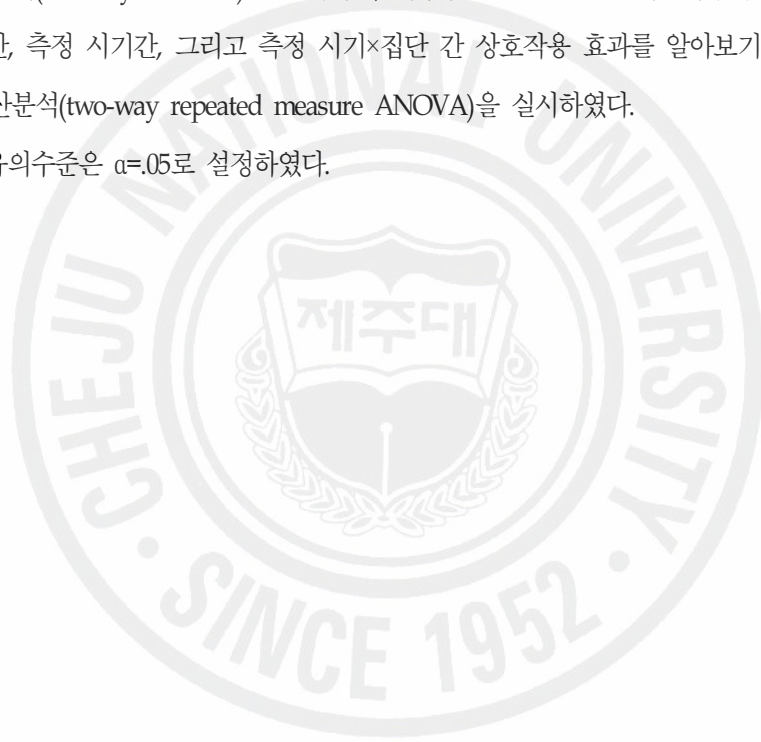
본 연구의 기초통계량은 평균값(M)과 표준편차(SD)를 산출하였고, 모든 측정항목 변인에 따른 자료처리는 SPSS ver. 12.0을 이용하여 다음과 같이 통계 처리하였다.

1) 건강관련체력은 집단 내의 측정 시기와 시기별 집단 간의 변화를 알아보기 위하여 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였고, 사후검증은 Scheffe를 이용하였다.

2) 면역기능은 집단 내의 측정 시기와 시기별 집단 간의 변화를 알아보기 위하여 변화율을 구하여 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하고, 사후검증은 Scheffe를 이용하였다.

3) 집단 간, 측정 시기간, 그리고 측정 시기×집단 간 상호작용 효과를 알아보기 위해 반복측정에 의한 이원분산분석(two-way repeated measure ANOVA)을 실시하였다.

4) 모든 유의수준은  $\alpha=.05$ 로 설정하였다.



## IV. 연구 결과

### 1. 건강관련체력

#### 1) 신체조성(%fat)

집단 내·집단 간의 사전, 4주 후, 8주 후, 12주 후의 시기별 %fat의 비교는 <Table 4>,<Table 5>와 같고, 집단 간, 시기간 및 집단×시기간 상호작용효과는 <Fig.5>와 같다.

반복측정 분산분석 결과 집단간 시기간 및 집단×시기간 상호작용효과에서는 모두 유의하게 ( $p<.001$ ) 나타났고, 집단 내 시기별 비교에서 유의한 차이가 없었으며, 시기별 집단 간 비교에서는 사전, 4, 8, 12주 후 모두 차이가 없었다.

**Table 4. Results of one-way ANOVA for (%)**

duration group	pre M±SD	after 4wk M±SD	after 8wk M±SD	after 12wk M±SD	F	Scheffe
A	27.78±5.62	27.30±5.77	26.77±5.25	26.90±5.01	.057	
B	26.63±4.73	26.91±4.02	27.07±3.99	28.12±4.02	.215	
C	26.28±5.54	27.91±4.90	27.78±4.19	28.61±4.56	.372	
Con	27.40±5.59	29.30±5.06	29.82±4.93	30.01±4.66	.443	
F	.139	.371	.724	.639		
Scheffe						

Values are mean±standard deviation

A group : RPE 15~17(hard~very hard)

B group : RPE 11~13(fairly light~somewhat hard)

C group : RPE 7~9(very, very light~very light)

Con : control group

**Table 5. Results of two-way repeated ANOVA for %fat**

source	SS	df	MS	F
duration	33.186	3	11.062	9.222***
group×duration	42.004	9	4.667	3.891***
error	107.951	90	1.199	

\*\*\* :  $p<.001$

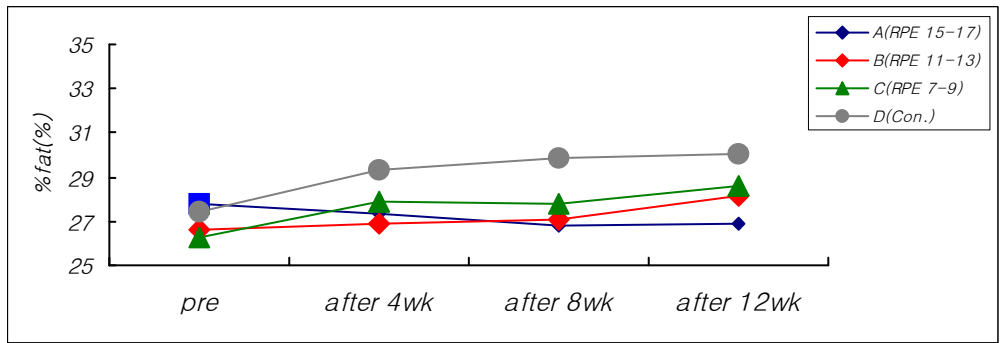


Figure 5. Comparisons of %fat.

## 2) 근지구력(modified sit-ups)

집단 내·집단 간의 사전, 4주 후, 8주 후, 12주 후의 시기별 %fat의 비교는 <Table 6>, <Table 7>과 같고, 시기간 및 집단×시기간 상호작용효과는 <Fig. 6>과 같다.

시기간 및 집단×시기간 상호작용효과에서는 모두 유의하게( $p<.001$ ) 차이가 나타났고, 집단 내 시기별 비교에서 A집단은 사전보다 8, 12주 후가 유의하게 높게 나타났으며, B, C, 통제그룹은 유의한 차이가 없었다.

시기별 집단 간 비교에서는 사전과 4주 후에는 차이가 없었으나, 8주 후 A, C 그룹이 통제그룹보다 유의하게( $p<.05$ ) 높게 나타났고, 12주 후에는 A, B, C 그룹이 통제그룹보다 유의하게( $p<.01$ ) 높게 나타났다.

Table 6. Results of one-way ANOVA for modified sit-ups (times/min)

duration \ group	pre M±SD	after 4wk M±SD	after 8wk M±SD	after 12wk M±SD	F	Scheffe
A	27.25±9.06	34.25±10.29	40.75±8.61	37.00±7.27	3.301*	pre<8, 12wk
B	27.55±9.23	31.55±9.22	33.88±8.85	30.22±6.47	.866	
C	32.44±6.30	35.55±6.42	36.00±6.53	31.88±3.88	1.148	
Con	29.12±7.43	28.75±8.64	26.25±9.28	23.25±9.13	.787	
F	.761	1.005	4.201*	5.504**		
Scheffe			Con<A, C	Con<A, B, C		

Values are mean±standard deviation

A group : RPE 15~17(hard~very hard)

B group : RPE 11~13(fairly light~somewhat hard)

C group : RPE 7~9(very, very light~very light)

Con : control group

\* :  $p<.05$ , \*\* :  $p<.01$



**Table 7. Results of two-way repeated ANOVA for modified sit-ups**

source	SS	df	MS	F
duration	509.501	3	169.834	28.616***
group×duration	753.997	9	83.777	14.116***
error	534.142	90	5.935	

\*\*\* : p<.001

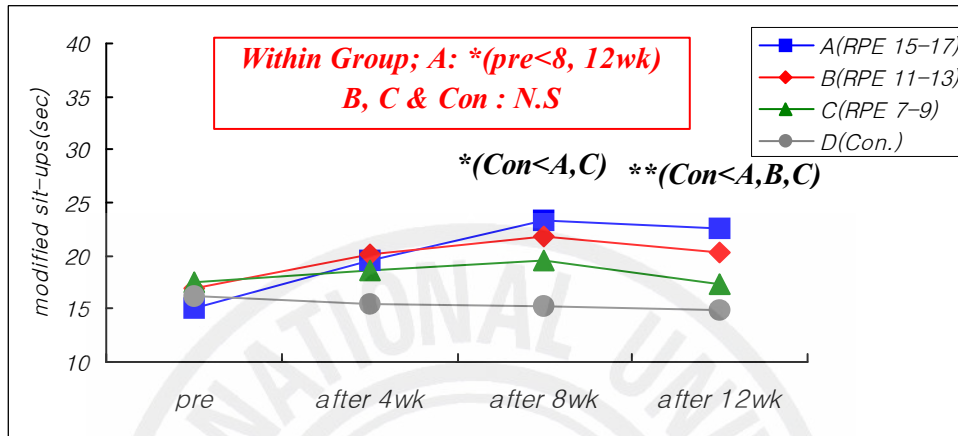


Figure 6. Comparisons of modified sit-ups.

### 3) 유연성(sit-&-reach test)

집단 내·집단 간의 사전, 4주 후, 8주 후, 12주 후의 시기별 sit-&-reach test의 비교는 <Table 8>, <Table 9>과 같고, 시기간 및 집단×시기간 상호작용효과는 <Fig. 7>와 같다.

시기간 및 집단×시기간 상호작용효과에서는 모두 유의하게(p<.001) 차이가 나타났고, 집단 내 시기별 비교에서 A집단은 사전보다 8, 12주 후가 유의하게 높게 나타났으며, B, C, 통제그룹은 유의한 차이가 없었다.

시기별 집단 간 비교에서는 사전과 4주 후에는 차이가 없었으나, 8주 후 A, B 그룹이 통제그룹보다 유의하게(p<.05) 높게 나타났고, 12주 후에는 A, B 그룹이 통제그룹보다, A 그룹이 C 그룹보다 유의하게(p<.05) 높게 나타났다.

**Table 8. Results of one-way ANOVA for sit-&reach test**

(cm)

duration \ group	pre	after 4wk	after 8wk	after 12wk	F	Scheffe
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD		
A	15.13±5.57	19.48±5.47	23.28±4.66	22.56±3.53	4.615*	pre<8, 12wk
B	16.90±7.54	20.05±7.72	21.88±6.81	20.27±6.37	.769	
C	17.52±6.15	18.55±5.73	19.50±5.59	17.32±5.13	.284	
Con	16.17±4.42	15.52±4.09	15.25±4.08	14.88±4.13	.135	
F	.238	.940	3.381*	3.701*		
Scheffe			Con<A, B	Con<A, B C<A		

Values are mean±standard deviation

A group : RPE 15~17(hard~very hard)

B group : RPE 11~13(fairly light~somewhat hard)

C group : RPE 7~9(very, very light~very light)

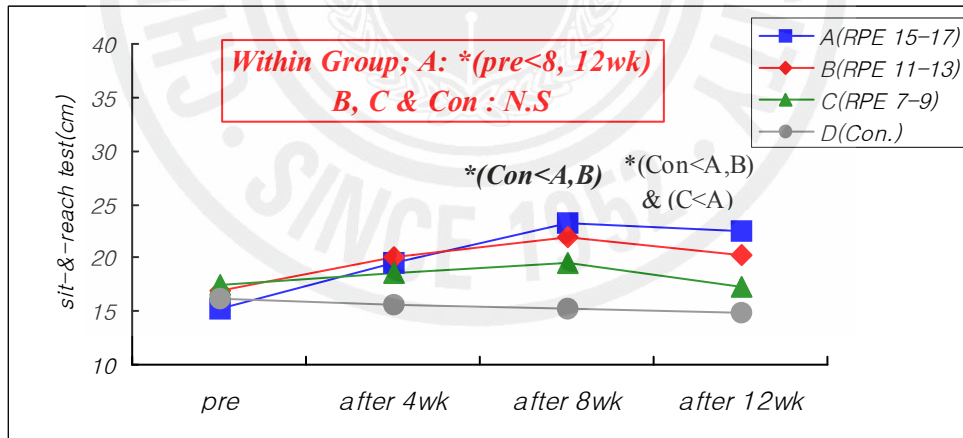
Con : control group

\* : p<.05

**Table 9. Results of two-way repeated ANOVA for sit-&reach test**

source	SS	df	MS	F
duration	220.209	3	73.403	34.418***
group×duration	262.339	9	29.149	13.668***
error	191.941	90	2.133	

\*\*\* : p<.001



**Figure 7. Comparisons of sit-&reach test.**

**4) 심폐지구력(1,200m run/walk)**

집단 내·집단 간의 사전, 4주 후, 8주 후, 12주 후의 시기별 1,200m run/walk의 비교는 <Table 10>, <Table 11>과 같고, 시기간 및 집단×시기간 상호작용효과는 <Fig. 8>과 같다.

시기간 및 집단×시기간 상호작용효과에서는 모두 유의하게( $p<.001$ ) 차이가 나타났다.

집단 내 시기별 비교에서 사전과 4주 후, 8주 후, 12주 후에서 A, B, C, 통제그룹 모두 차이가 없었고, 시기별 집단 간 비교에서는 사전과 4주 후에는 차이가 없었으나 8주 후 A, B, C 그룹이 통제 그룹보다 유의하게( $p<.01$ ) 빠르게 나타났고, 12주 후에도 A, B, C 그룹이 통제그룹보다 유의하게 ( $p<.01$ ) 빠르게 나타났다.

**Table 10. Results of one-way ANOVA for 1,200 m run/walk (sec)**

duration \ group	pre M±SD	after 4wk M±SD	after 8wk M±SD	after 12wk M±SD	F	Scheffe
A	479.62±60.93	451.75±56.83	404.25±67.80	398.50±79.61	2.709	
B	463.66±64.88	430.33±70.12	402.88±65.80	403.22±69.72	1.629	
C	444.66±44.61	425.55±46.39	413.66±48.82	428.00±46.20	.678	
Con	448.80±39.75	475.25±48.42	501.25±60.57	514.37±55.93	2.540	
F	.730	1.362	4.921**	5.775**		
Scheffe			A, B, C<Con	A, B, C<Con		

Values are mean±standard deviation

A group : RPE 15~17(hard~very hard)

B group : RPE 11~13(fairly light~somewhat hard)

C group : RPE 7~9(very, very light~very light)

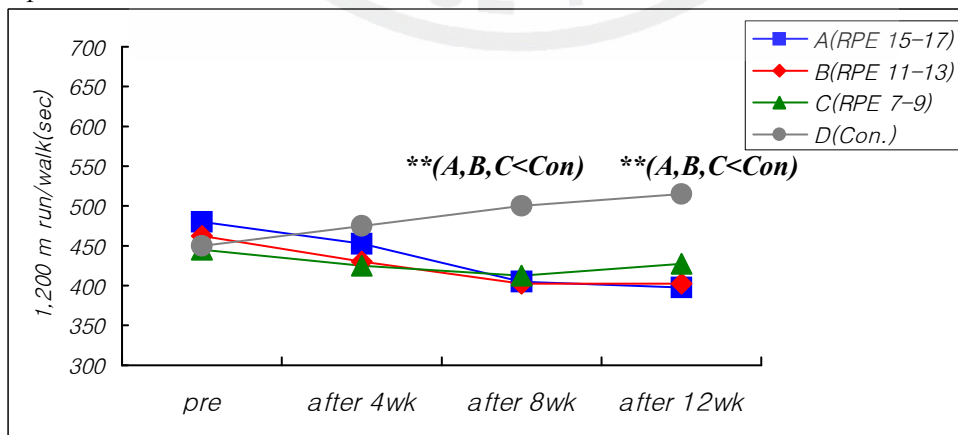
Con : control group

\*\* :  $p<.01$

**Table 11. Results of two-way repeated ANOVA for 1,200 m run/walk**

source	SS	df	MS	F
duration	15977.424	3	5325.808	19.829***
group×duration	66364.480	9	7373.831	27.454***
error	24173.285	90	268.592	

\*\*\* $p<.001$



**Figure 8. Comparisons of 1,200 m run/walk.**

## 2 면역기능

### 1) 호중구(Neutrophil)

집단 내·집단 간의 사전, 4주 후, 8주 후, 12주 후의 시기별 Neutrophil의 비교는 <Table 12>, <Table 13>와 같고, 집단간, 시기간 및 집단×시기간 상호작용효과는 <Fig. 9>>과 같다.

반복측정 분산분석 결과 시기간 및 집단×시기간 상호작용효과에서는 모두 유의한( $p<.001$ ,  $p<.05$ ) 차이가 나타났다.

집단 내 시기별 비교에서 A집단은 사전보다 4주 후가 사전, 12주 후가 유의하게 높게 나타났으며, B, C, 통제그룹은 유의한 차이가 없었다.

집단 간 시기별 비교에서는 사전, 8주 후, 12주 후에서는 차이가 없었으나 4주 후에서 A, B, C 그룹이 통제그룹보다 유의한( $p<.01$ ) 차이가 높게 나타났다.

**Table 12. Results of one-way ANOVA for Neutrophil (%)**

duration group	pre M±SD	after 4wk M±SD	after 8wk M±SD	after 12wk M±SD	F	Scheffe
A	51.31±10.22	66.08±10.93	58.49±9.63	55.06±8.64	3.233*	pre, 12wk<4wk
B	55.31±5.97	64.44±7.66	53.99±9.16	55.70±7.98	1.627	
C	50.12±5.87	59.39±9.57	55.37±9.95	51.80±6.50	1.469	
Con	49.18±5.24	49.83±5.17	49.65±5.89	48.79±6.34	.055	
F	1.288	5.867**	1.378	1.539		
Scheffe		Con<A, B, C				

Values are mean±standard deviation

A group : RPE 15~17(hard~very hard)

B group : RPE 11~13(fairly light~somewhat hard)

C group : RPE 7~9(very, very light~very light)

Con : control group

\* :  $p<.05$ , \*\* :  $p<.01$

**Table 13. Results of two-way repeated ANOVA for Neutrophil**

source	SS	df	MS	F
duration	1400.225	3	466.742	17.191***
group×duration	601.733	9	66.859	2.463*
error	2443.477	90	27.150	

\*\*\* :  $p<.001$ , \* :  $p<.05$

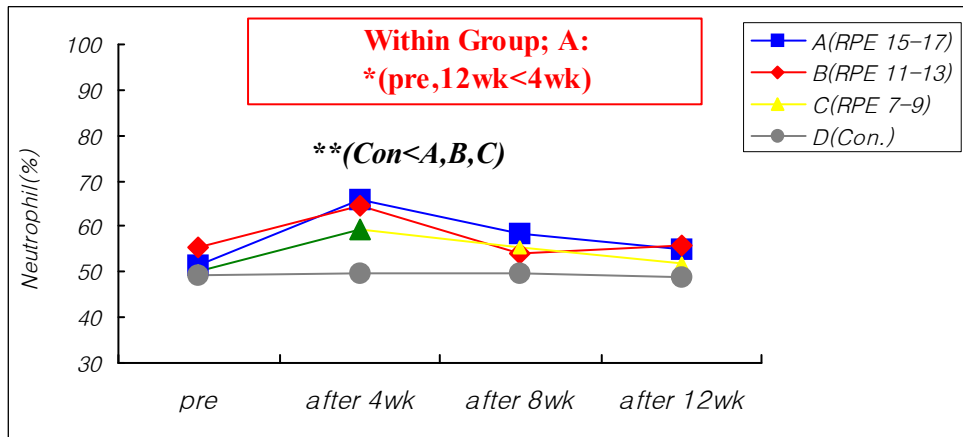


Figure 9. Comparisons of Neutrophil.

## 2) 림프구(Lymphocyte)

집단 내·집단 간의 사전, 4주 후, 8주 후, 12주 후의 시기별 Lymphocyte의 비교는 <Table 14>, <Table 15>과 같고, 집단간, 시기간 및 집단×시기간 상호작용효과는 <Fig. 10>과 같다.

반복측정 분산분석 결과 시기간에서는 유의한( $p < .05$ ) 차이가 나타났으나, 집단×시기간 상호작용 효과는 나타나지 않았다.

집단 내 시기별 비교에서 A, B, C, 통제그룹 모두 차이가 없었고, 집단 간 시기별 비교에서는 사전, 4주 후에는 차이가 없었으나 8주 후 A 그룹이 B, C, 통제그룹보다 유의하게( $p < .01$ ) 높게 나타났으며, 12주 후에서도 C, A 그룹이 B 그룹보다, A 그룹이 통제그룹보다 유의하게( $p < .05$ ) 높게 나타났다.

**Table 14. Results of one-way ANOVA for Lymphocyte**

(%)

duration group	pre M±SD	after 4wk M±SD	after 8wk M±SD	after 12wk M±SD	F	Scheffe
A	41.10±10.08	40.80±8.71	47.75±7.19	40.79±6.83	1.365	
B	36.39±5.70	32.33±6.75	35.36±6.22	31.74±7.48	1.043	
C	41.07±5.93	36.81±8.89	39.24±6.82	40.19±6.53	.863	
Con	38.49±5.60	34.31±6.07	33.49±7.01	33.14±7.85	1.092	
F	0.919	1.994	7.027**	3.642*		
Scheffe			B, C, Con<A	B<C, A Con<A		

Values are mean±standard deviation

A group : RPE 15~17(hard~very hard)

B group : RPE 11~13(fairly light~somewhat hard)

C group : RPE 7~9(very, very light~very light)

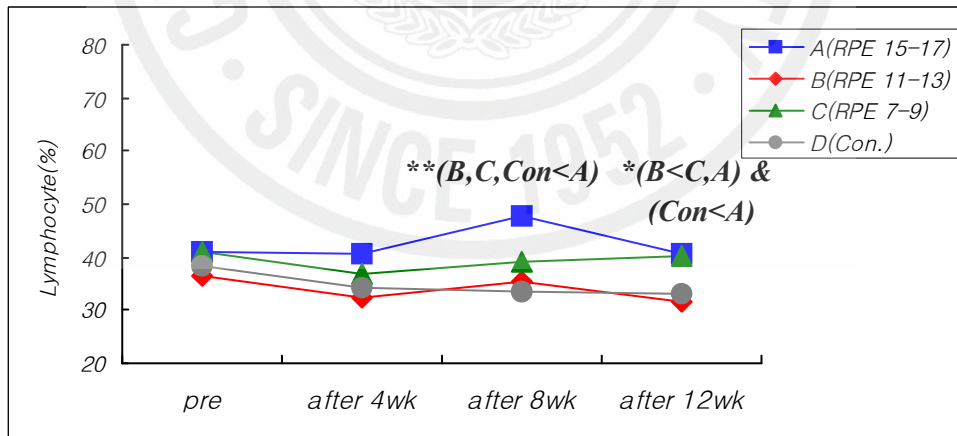
Con : control group

\* : p<.05, \*\* : p<.01

**Table 15. Results of two-way repeated ANOVA for Lymphocyte**

source	SS	df	MS	F
duration	260.157	3	86.719	3.258*
group×duration	369.872	9	41.097	1.544
error	2395.328	90	26.615	

\* : p<.05



**Figure 10. Comparisons of Lymphocyte.**

### 3) 단구(Monocyte)

집단 내·집단 간의 사전, 4주 후, 8주 후, 12주 후의 시기별 Monocyte의 비교는 <Table 16>, <Table 17>과 같고, 집단간 시기간 및 집단×시기간 상호작용효과는 <Fig. 11>과 같다.

반복측정 분산분석 결과 시기간 및 집단×시기간 상호작용효과에서는 모두 유의한( $p<.05$ ,  $p<.01$ ) 차이가 나타났다.

집단 간 시기별 비교에서는 사전, 4주 후, 12주 후에는 차이가 없었으나 8주 후에는 A 그룹이 통제그룹보다 유의하게( $p<.05$ ) 높게 나타났다.

**Table 16. Results of one-way ANOVA for Monocyte (%)**

duration \ group	pre M±SD	after 4wk M±SD	after 8wk M±SD	after 12wk M±SD	F	Scheffe
A	5.09±2.32	5.98±1.85	7.39±2.74	5.86±1.24	1.647	
B	4.93±.95	5.33±1.82	5.87±2.26	5.99±1.81	.802	
C	5.71±1.81	5.21±1.52	6.01±1.28	5.52±1.51	.071	
Con	5.25±1.30	4.35±.79	4.31±1.07	4.10±1.15	1.742	
F	.366	1.462	3.324*	2.880		
Duncan			Con<A			

Values are mean±standard deviation

A group : RPE 15~17(hard~very hard)

B group : RPE 11~13(fairly light~somewhat hard)

C group : RPE 7~9(very, very light~very light)

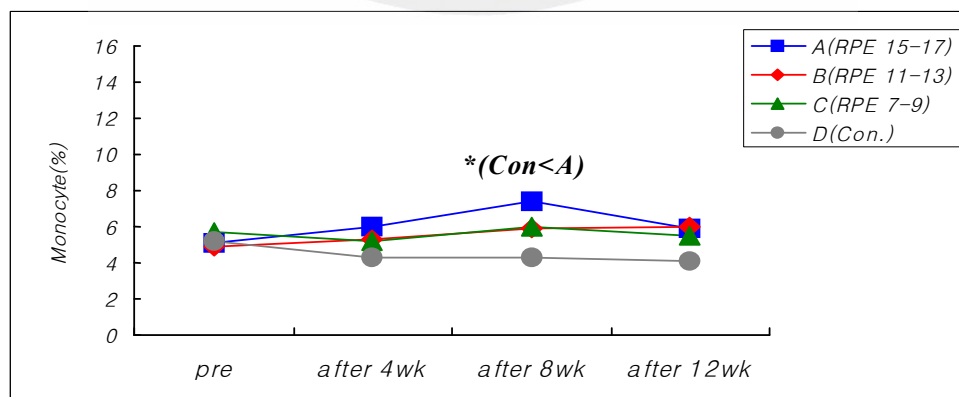
Con : control group

\* :  $p<.05$

**Table 17. Results of two-way repeated ANOVA for Monocyte**

source	SS	df	MS	F
duration	10.123	3	3.374	3.155*
group×duration	27.725	9	3.081	2.880**
error	96.257	90	1.070	

\* :  $p<.05$ , \*\* :  $p<.01$



**Figure 11. Comparisons of Monocyte.**

#### 4) 호산구(Eosinophil)

집단 내·집단 간의 사전, 4주 후, 8주 후, 12주 후의 시기별 Eosinophil의 비교는 <Table 18>, <Table 19>와 같고, 집단간 시기간 및 집단×시기간 상호작용효과는 <Fig. 12>와 같다.

반복측정 분산분석 결과 시기간 및 집단×시기간 상호작용효과에서는 시기간 모두 차이가 없었다.

집단 내 시기별 비교에서 A, B, C, 통제그룹 모두 차이가 없었고, 집단 간 시기별 비교에서도 차이가 없었다.

**Table 18. Results of one-way ANOVA for Eosinophil (%)**

duration group	pre M±SD	after 4wk M±SD	after 8wk M±SD	after 12wk M±SD	F	Scheffe
A	2.13±1.68	2.73±1.67	2.96±1.27	2.68±2.57	.290	
B	2.96±2.14	3.04±2.69	3.28±2.23	2.81±2.02	.113	
C	2.19±1.21	2.42±1.58	2.36±1.92	1.89±1.24	.260	
Con	2.88±.98	2.45±1.23	2.56±.84	2.78±.63	.336	
F	.660	.207	.523	.538		
Scheffe						

Values are mean±standard deviation

A group : RPE 15~17(hard~very hard)

B group : RPE 11~13(fairly light~somewhat hard)

C group : RPE 7~9(very, very light~very light)

Con : control group

**Table 19. Results of two-way repeated ANOVA for Eosinophil**

source	SS	df	MS	F
duration	1.483	3	.494	1.160
group×duration	4.900	9	.544	1.278
error	38.3477	90	.426	



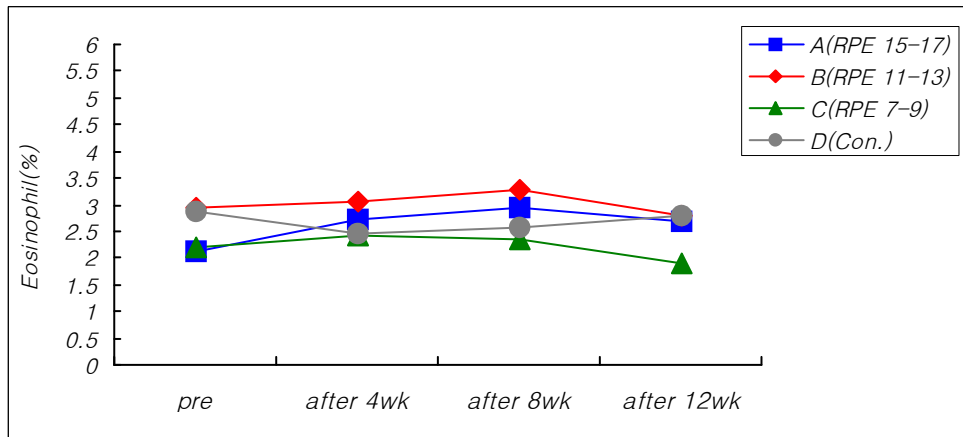


Figure 12. Comparisons of Eosinophil.

##### 5) 호염기구(Basophil)

집단 내·집단 간의 사전, 4주 후, 8주 후, 12주 후의 시기별 호염기구(Basophil)의 비교는 <Table 20>, <Table 21>과 같고, 집단간 시기간 및 집단×시기간 상호작용효과는 <Fig. 13>과 같다.

반복측정 분산분석 결과 시기간 및 집단×시기간 상호작용효과에서는 모두 유의한( $p < 0.01$ ) 차이가 나타났다.

집단 내 시기별 비교에서 A그룹은 사전보다 4주 후가 사전, 12주 후가 유의하게 높게 나타났으며, B, C, 통제그룹은 유의한 차이가 없었고, 집단 내 시기별 비교에서 A, B, C, 통제그룹 모두 차이가 없었고, 집단 간 시기별 비교에서는 사전, 4주 후, 12주 후에는 차이가 없었으나 8주 후에는 A 그룹이 C 그룹과 통제그룹보다 유의하게( $p < 0.01$ ) 높게 나타났다.

**Table 20. Results of one-way ANOVA for Basophil (%)**

duration \ group	pre	after 4wk	after 8wk	after 12wk	F	Scheffe
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD		
A	.38±.16	.69±.20	.79±.23	.36±.14	11.072***	pre,12wk<4,8wk
B	.41±.09	.61±.31	.59±.29	.58±.54	.594	
C	.48±.07	.47±.07	.38±.11	.32±.14	3.793*	12wk<pre, 4wk
Con	.53±.15	.53±.24	.51±.19	.40±.05	1.092	
F	2.538	1.578	5.267**	1.291		
Scheffe			C, Con<A			

Values are mean±standard deviation

A group : RPE 15~17(hard~very hard)

B group : RPE 11~13(fairly light~somewhat hard)

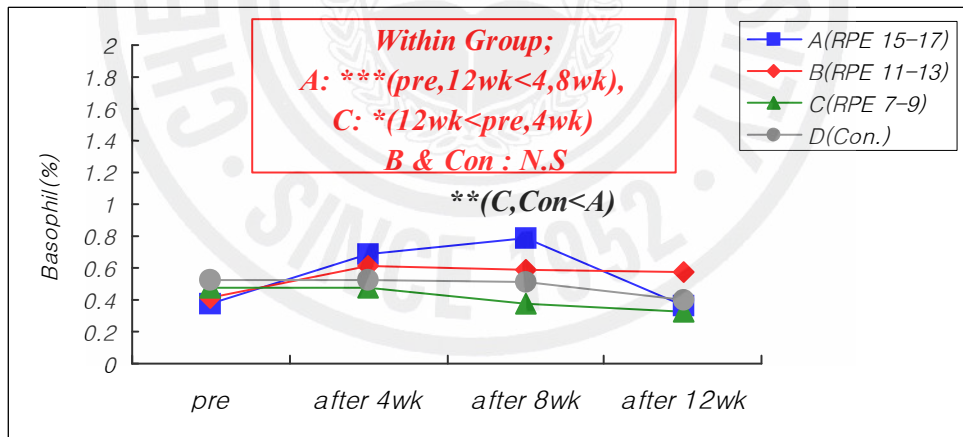
C group : RPE 7~9(very, very light~very light)

Con : control group

\* : p<.05, \*\* : p<.01, \*\*\* : p<.001

**Table 21. Results of two-way repeated ANOVA for Basophil**

source	SS	df	MS	F
duration	.680	3	.227	6.605**
group×duration	.962	9	.107	2.859**
error	3.364	90	.037	



**Figure 13. Comparisons of Basophil.**

**6) IgG(immunoglobulin G)**

집단 내·집단 간의 사전, 4주 후, 8주 후, 12주 후의 시기별 IgG의 비교는 <Table 22>, <Table 23>와 같고, 시기간 및 집단×시기간 상호작용효과는 <Fig. 14>과 같다.

반복측정 분산분석 결과 시기간 및 집단×시기간 상호작용효과에서는 차이가 없었으나 시기간에서

는 유의한( $p<.05$ ) 차이가 나타났다.

집단 내 시기별 비교에서 A, B, C, 통제그룹 모두 차이가 없었고, 시기별 집단 간 비교에서는 사전에서는 차이가 없었으나 4, 8, 12주 후 모두 A 그룹이 B, C와 통제그룹보다 각각 유의하게( $p<.01$ ,  $p<.05$ ) 높게 나타났다.

**Table 22. Results of one-way ANOVA for IgG (mg/dl)**

duration group	pre M±SD	after 4wk M±SD	after 8wk M±SD	after 12wk M±SD	F	Scheffe
A	1457.63±133.30	1587.00±207.77	1639.38±255.65	1497.63±225.06	1.239	
B	1251.33±211.52	1220.00±216.31	1232.33±184.88	1190.44±232.16	.282	
C	1288.11±163.16	1264.56±150.63	1266.00±193.35	1219.56±160.48	.262	
Con	1277.25±295.80	1256.25±207.39	1240.50±181.45	1200.25±257.70	.148	
F	1.660	6.203**	7.535**	3.659*		
Scheffe		B, C, Con<A	B, C, Con<A	B, C, Con<A		

Values are mean±standard deviation

A group : RPE 15~17(hard~very hard)

B group : RPE 11~13(fairly light~somewhat hard)

C group : RPE 7~9(very, very light~very light)

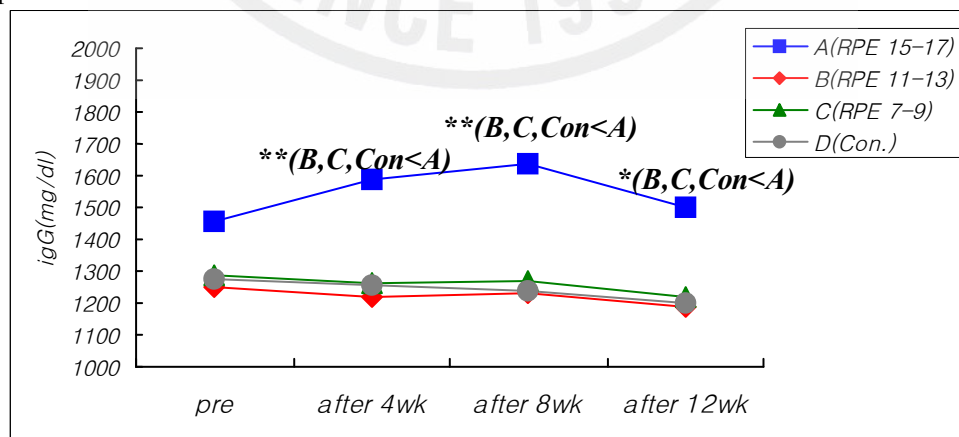
Con : control group

\* :  $p<.05$ , \*\* :  $p<.01$

**Table 23. Results of two-way repeated ANOVA for IgG**

source	SS	df	MS	F
duration	87536.869	3	29178.956	2.742*
group×duration	145220.8	9	16135.645	1.516
error	957659.2	90	1.640.658	

\* :  $p<.05$



**Figure 14. Comparisons of IgG.**

### 7) IgA(immunoglobulin A)

집단 내·집단 간의 사전, 4주 후, 8주 후, 12주 후의 시기별 IgA의 비교는 <Table 24>, <Table 25>와 같고, 집단간 시기간 및 집단×시기간 상호작용효과는 <Fig. 15>와 같다.

반복측정 분산분석 결과 시기간에서는 차이가 없었으나 집단×시기간에서는 유의한( $p<.001$ ) 차이가 나타났다.

집단 내 시기별 비교에서 A, B, C, 통제그룹 모두 차이가 없었고, 시기별 집단 간 비교에서는 사전, 4, 12주 후에는 차이가 없었으나 8주 후에는 A 그룹이 B, C와 통제그룹보다 유의하게 ( $p<.05$ ) 높게 나타났다.

**Table 24. Results of one-way ANOVA for IgA (mg/dl)**

duration group	pre M±SD	after 4wk M±SD	after 8wk M±SD	after 12wk M±SD	F	Scheffe
A	174.00±43.19	207.88±68.53	224.63±71.24	205.25±67.16	.884	
B	174.00±26.86	180.11±31.55	179.22±37.12	162.78±38.53	.285	
C	165.56±37.42	159.56±30.24	153.00±31.66	147.11±31.94	.859	
Con	178.13±41.64	165.38±36.84	167.63±32.94	166.13±34.85	.210	
F	.172	1.997	3.816*	2.534		
Scheffe			B, C, Con<A			

Values are mean±standard deviation

A group : RPE 15~17(hard~very hard)

B group : RPE 11~13(fairly light~somewhat hard)

C group : RPE 7~9(very, very light~very light)

Con : control group

\* :  $p<.05$

**Table 25. Results of two-way repeated ANOVA for IgA**

source	SS	df	MS	F
duration	2454.968	3	818.323	2.362
group×duration	12565.984	9	1396.220	4.030***
error	31183.722	90	346.486	

\*\*\* :  $p<.001$

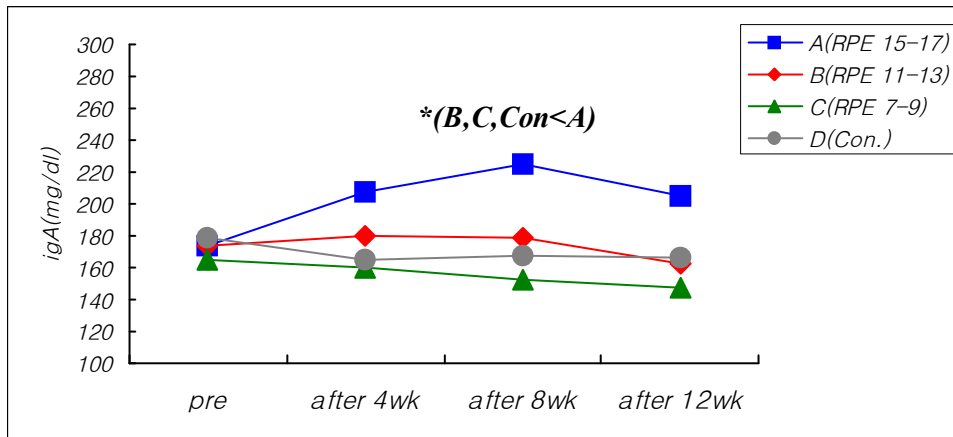


Figure 15. Comparisons of IgA.

### 8) IgM(immunoglobulin M)

집단 내, 집단 간의 사전, 4주 후, 8주 후, 12주 후의 시기별 IgM의 비교는 <Table 26>, <Table 27>과 같고, 집단간 시기간 및 집단×시기간 상호작용효과는 <Fig. 16>과 같다.

반복측정 분산분석 결과 시기간에서는 차이가 없었으나 집단×시기간에서는 유의한( $p<.05$ ) 차이가 나타났다.

집단 내 시기별 비교에서 A, B, C, 통제그룹 모두 차이가 없었고, 시기별 집단 간 비교에서는 사전, 4, 12주 후에는 차이가 없었으나 8주 후에는 C, A 그룹이 통제그룹보다, A 그룹이 B 그룹보다 유의하게( $p<.01$ ) 높게 나타났다.

Table 26. Results of one-way ANOVA for IgM

						(mg/dl)	
duration	pre	after 4wk	after 8wk	after 12wk	F	Scheffe	
group	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD			
A	182.75±36.72	196.88±43.39	230.63±28.35	202.50±48.23	2.031		
B	171.89±111.51	168.56±112.04	159.00±77.21	159.67±82.60	.263		
C	184.56±50.45	179.67±44.74	184.78±43.12	181.33±45.69	.243		
Con	132.63±39.54	130.75±34.33	126.88±30.53	128.38±26.74	.047		
F	1.023	1.374	6.217**	2.626			
Scheffe			Con<C, A	B<A			

Values are mean±standard deviation

A group : RPE 15~17(hard~very hard)

B group : RPE 11~13(fairly light~somewhat hard)

C group : RPE 7~9(very, very light~very light)

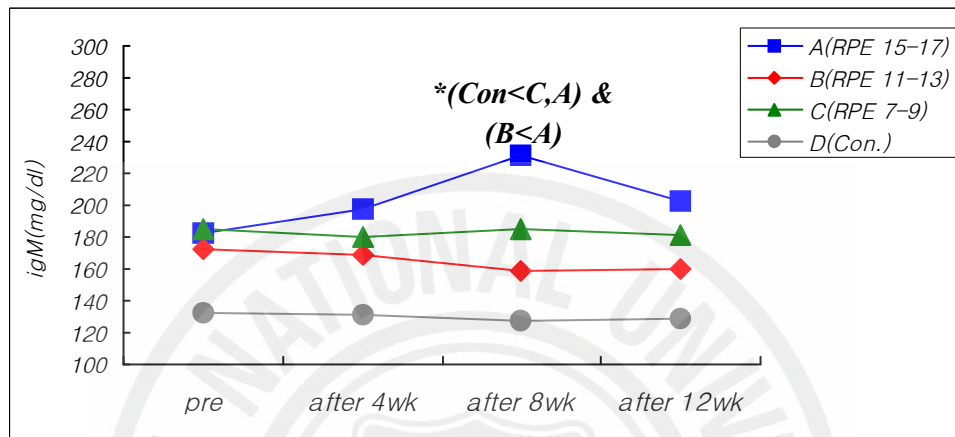
Con : control group

\*\* :  $p<.01$

**Table 27. Results of two-way repeated ANOVA for IgM**

source	SS	df	MS	F
duration	1276.430	3	425.477	.998
group×duration	10039.390	9	1115.488	2.615*
error	38387.698	90	426.530	

\*\*\* : p<.05



**Figure 16. Comparisons of IgM.**

## V. 논의

### 1. 건강관련체력

#### 1) 신체조성(%fat)

체지방량과 체지방량의 비율은 신체조성에 있어서 건강과 밀접한 관계를 갖는데 과도한 체지방이 고혈압, 제2형 당뇨병, 뇌졸중 관상심장질환, 고지혈증과 관련이 있다는 것은 이미 잘 알려진 사실이다(ACSM, 2002). 특히 여자중학생 시기는 자연발육의 영향으로 체지방이 증가하는 시기이지만 발육적인 측면 외에 일상생활에서 필요 이상으로 섭취된 칼로리는 지방이 되어 피하에 축적되고 체지방 비율이 증가되어 여러 가지 성인병을 초래하게 되므로 건강관련체력 요인 중에서도 중요한 요소라 할 수 있다(박원익, 2006).

본 연구의 결과에서는 집단 내 시기별, 시기별 집단 간 모두 차이가 없었다. 물론 RPE 15~17(hard~very hard)의 강도로 실시한 A 그룹은 통계적인 차이가 없이 감소하고 다른 3개 그룹은 증가하였지만 유의한 결과가 아니므로 명백히 요가의 %fat 감소 효과라고 밝힐 수 없고, 무엇보다도 이시기의 자연발육에 따른 체지방 증가 현상으로 생각된다. 이 시기 여성들의 체지방량은 평균적으로 사춘기 후반과 성인기 전기의 남자 지방량의 약 1.5배로 증가하므로(Malina, Bouchard & Bar-Or, 2004) 어떤 운동 형태를 취하더라도 %fat의 유의한 감소를 가져오기 어렵고 특히 본 요가프로그램이 동적인 움직임이 제한되어 있어 나타난 결과로 추정된다.

지금까지 요가가 신체조성에 미치는 영향에 대한 연구는 미흡한 실정이지만 Tran, Holly, Lashbrook & Amsterdam(2001)은 하타 요가 수행이 건강관련관점에서의 체력에 미치는 영향이라는 연구에서 18-27세의 10명(여자 9명, 남자 1명)을 대상으로 건강관련체력 요인의 변화를 알아보기 위하여 8주 동안 호흡조절요가(pranayamas), 역동적 warm-ups, asana를 누운 자세(supine relaxation)로 실시한 결과 체지방의 변화가 없었다고 보고하여 본 연구 결과와 유사함을 보였다.

정은선과 김성찬(2006)도 연령은 차이가 있지만 20-30대 비만여성을 대상으로 태보운동, 요가운동, 통제그룹을 대상으로 실시한 연구에서도 %fat이 집단 간 차이가 없었다고 보고하였다. 또한, 본 요가프로그램과 유사한 홍순미(2004)도 30명의 중년여성을 대상으로 1회 50-60분간, 주 5회, 15주간 Pilates 프로그램을 실시하여 통제그룹은 유의하게 증가한 반면, 운동그룹은 통계적 차이는 없었지만 감소했다고 보고하여 요가나 비슷한 강도의 운동프로그램이 %fat 감소에 큰 영향을 주지 않는 것으로

로 보고하였다.

본 연구의 대상은 지방이 큰 쪽으로 증가하는 시기에 있다는 점을 고려할 때 대상자의 지방 증가가 정상적인 것으로 생각되고 더 이상 유의한 증가가 없었던 결과로 볼 때 요가운동의 체지방 감소 효과에 도움을 준 것으로 생각된다.

## 2) 근지구력(modified sit-ups)

근지구력(muscular endurance)은 aerobic fitness처럼 건강관련체력과 삶의 질을 유지·증진시키기 위해 대단히 중요한 체력 인자라고 할 수 있다(양점홍, 2002; Howley & Franks, 2002). 근지구력은 일상생활과 스포츠 활동에 있어서도 필요한 요소로 근지구력의 발달은 6세부터 서서히 증가하여 18세에는 현저하게 증가하며 40세 이후는 급격히 감소한다(Malina, Bouchard & Bar-Or, 2004). 근지구력 측정항목인 modified sit-ups는 복부, 허리, 대퇴의 모든 근육을 평가하는데 타당도와 신뢰도가 높기 때문에 보편적으로 많이 이용되며(안상조, 2000), 근지구력의 상관이 높아 최근에는 근지구력 종목의 측정만으로 두 요소의 측정을 대신하고 있다.

본 연구의 modified sit-ups의 결과는 집단 간에서는 운동 강도가 가장 높았던 A 그룹에서만 사전보다 8주 후, 4주의 운동 중단에도 불구하고 12주 후에 유의하게 높게 나타났다.

박장근과 임란희(2004)도 12주 하타 요가 수련이 여성의 신체기능에 미치는 영향이라는 연구에서 미혼여성을 대상으로 12주간 하타 요가를 실시하여 근지구력의 유의한 변화를 확인하였으며, 김향미(2005)는 대학생을 대상으로 요가프로그램을 실시한 결과 근지구력에서 유의한 증가를 보고하였다.

김미숙과 양점홍(2004)도 남자고등학생을 대상으로 하타 요가를 실시한 결과 배근력의 유의한 향상을 확인하였고, 최경석(2006)은 50대 이상 폐경기 여성을 대상으로 12주간, 주 4회, 1일 60분 하타 요가를 실시한 결과 요부근력 및 복부근력이 유의하게 향상되었다고 보고하였다. 또한, Tran, Holly, Lashbrook, & Amsterdam(2001)의 연구에서 요가운동을 통한 근지구력 향상을 보고하였고, James & Raub(2002)는 하타 요가의 리뷰형식의 질적 연구에서 지난 10여 년간 미국에서의 수많은 연구들이 하타 요가는 근력과 유연성을 증진시켜준다고 하였으며, 운동능력을 향상시키기 위한 신진대사를 같은 신체적 변화들을 조절하는데 도움을 준다고 보고하였다.

한편, 시기별 집단 간 비교의 8주 후의 결과에서는 B 그룹보다 오히려 운동 강도가 약한 C 그룹에서 통제그룹보다 의미 있는 증가를 가져와 이러한 결과는 집단을 구성하고 있는 개인차에 의한 것으로 보인다. 그러나 12주 후에는 4주간의 운동중지에도 불구하고 운동 3그룹 모두 통제그룹보다



우수한 증가를 보여 요가운동이 근력증가 측면에서는 최소한 4주간의 효과를 유지하는 것으로 생각되며, 이것은 요가 프로그램이 유산소와 무산소운동을 복합한 형태로 신체 각 부위에 자극을 주어 근지구력 증가를 가져온 것으로 추측할 수 있다.

홍인숙과 이창준(2006)은 16주간의 요가수련이 여자중학생의 건강관련체력과 스트레스에 미치는 영향이라는 연구에서 요가프로그램을 16주간, 주 3회, 1회 20-25분간 RPE 11-13으로 실시하여 건강관련체력과 스트레스를 비교·분석한 결과 집단 간에서는 운동 후 운동군이 통제군보다 증가하였다고 보고하여 본 연구와 요가운동 효과와 유사한 결과를 나타내었다.

결과적으로 요가운동 집단의 근지구력 향상 효과는 요가가 저항성 운동은 아니지만 요가프로그램 중 8주간에 실시한 태양예배 아사나에서 근력을 증강시키는 탁월한 효과가 있었던(이혜진, 2004) 것으로 추측되며 아사나의 구성, 강도 및 빈도에 따라 근지구력의 증가에 긍정적인 결과를 보인 것으로 보인다. 특히 요가 실시 중 한 자세를 몇 초에서 수 분간 유지하는 것이 등척성 운동의 효과를 가져와 근력의 유지 및 향상을 가져왔다고 볼 수 있으며, 요가가 자신의 호흡에 맞춰 천천히 움직이며 뻗는 스트레칭이나 멈춤 자세에도 신경과 근육의 활동을 지속시켜 뼈를 강하게 하고 혈액순환을 촉진하므로 근육과 관절의 적절한 이완이 가능하고(김향미, 2005), 요가의 모든 동작이 신체의 모든 근육과 관절을 이용하는 운동으로 평소 움직이는 반대 방향으로 움직이게 해서 평소 잘 사용하지 않았던 근육과 관절을 유연하게 해주어 근지구력을 향상시킨 것(최경석, 2006; 이지나, 2002)으로 추측해 볼 수 있는 것이다.

### 3) 유연성(sit-&reach test)

유연성(flexibility)은 건강관련체력의 한 요소로 운동기술 수행을 최적화하고 근 상해를 예방하기 위해서 필수적이다. 유연성의 연령별 발육·발달 추이를 보면 남녀 모두 10대 후반부터 20대 초반에 걸쳐 최고 수준에 도달하며, 이후에는 급속하게 저하하여 30대에 들어서는 저하속도가 감소하는 경향을 나타내고 40-50대에 걸쳐 저하속도는 현저한 변화를 나타내지 않는다. 모든 연령에 있어서 여자가 남자를 상회하며 장년기 이후의 현저한 저하현상은 가령에 따른 근육의 탄력성 저하에 기인한다고 볼 수 있다(박길준 등, 1997).

본 연구의 sit-&reach test 결과는 집단 간에서는 운동 강도가 가장 높았던 A 그룹에서만 사전보다 8주 후, 4주의 운동 중단에도 불구하고 12주 후에도 사전에 비해 유의한 차이로 증가되었다.

시기별 집단 간 비교에서는 8주 후에 운동 강도에 무관하게 3개 운동그룹 모두 통제그룹보다 우수한 증가를 가져왔고, 4주의 운동중지 후인 12주 후에도 비록 8주 후 보다는 통계적 차이 없이 경미하게 감소했지만 A, B 그룹이 통제그룹보다 유의하게 높게 나타났고, 특히 A 그룹은 C 그룹보다

유의하게 높았다. 이러한 결과는 운동 강도 높을수록 유연성 증가 효과가 높고, 운동 강도가 가장 낮았던 C 그룹의 경우에는 8주 동안 요가를 실시했음에도 불구하고 통제그룹과 유의한 차이 없이 효과가 낮았다는 것은 요가를 통한 유연성 증가는 기간보다는 운동 강도가 효과 유지를 좌우함을 시사하는 것이다. 청소년에게 요가를 실시하여 유연성을 알아본 연구가 부족하여 다양한 비교는 어렵지만 정향미와 김이순(2006)은 32명의 남녀 고교생을 대상으로 15주간 요가(아사나)를 실시하여 유연성이 증가되었음을 제시하였으며, 홍인숙과 이창준(2006)의 연구에서도 요가 운동군의 통제군보다 유의한 향상을 보고하였고 류호상, 김영숙과 정연택(2004)은 남자 중학생을 대상으로 요가(12주간, 주 1회, 1일 60분)를 실시하여 유연성이 증가하였다고 보고하였다.

또한, 박장근과 임란희(2004), 김향미(2005)의 연구도 요가의 유연성에 대한 효과를 확인한 연구이며 김미숙과 양점홍(2004)의 남자고등학생을 대상으로 한 하타 요가(1일 25-30분, 주 3회, 4주간)의 결과도 유연성 향상 효과에 대한 긍정적인 보고이다. 이러한 다양한 연구 결과는 요가의 유연성 향상 효과를 뒷받침해 주고 유연성 향상은 나아가 자세교정에도 좋은 영향을 미치게 된다. 청소년의 자세관리를 위해서는 자세의 심각한 변형이전에 바른 자세를 유지하기 위한 방안으로 자세와 밀접한 관련이 있는 유연성의 향상이 필요하며(강선영, 2003).

본 연구의 결과에서 나타난 것처럼 요가는 유연성을 향상시켜 자세 균형과 신체역학의 효율성을 유지하거나 회복할 수 있으며, 자연스런 척추곡선의 정착을 용이하게 한다(Stewart, 2003).

#### 4) 심폐지구력(1,200m run/walk)

심폐지구력이란 우리 몸 전체로서 장시간 운동을 지속하는 능력으로 심장혈관과 호흡계통의 기능 향상과 높은 관련이 있으며(강희성 등, 2002), 운동부족에 의해 가장 큰 손상을 받는다. 또한, 운동에 의해 개선될 수 있기 때문에 순환기계 질환의 예방과 경감을 위한 수단으로 가장 중요 시 되는 체력요소이다(Blair, Kohl, & Paffenbarger, 1990).

청소년기의 심폐능력 발달 경향은 남자는 거의 선형적으로 향상되는 경향을 나타내지만, 여자는 중 1에서 고3까지 거의 정체되거나 오히려 감퇴하는 경향을 보이고 있다(교육인적자원부, 2002). 외국의 경우 나이와 함께 안정적으로 개선되어 가다가 남자는 16세, 여자는 14세에 최고에 도달한 후 부터는 각각 수평이 된다(조현규, 2005).

본 연구의 1,200m run/walk의 결과는 집단 내에서는 4개 집단 모두 차이가 없었으나 시기별 집단 간 비교의 8주 후에는 통제그룹보다 3개 운동그룹 모두 유의하게 빨라졌고 4주간의 운동중지 후인 12주 후에도 그 효과가 유지되어 통제그룹과 유의한 차이를 보였다. 이러한 결과는 요가가 심폐

기능 향상에 최소한 4주간은 효과를 유지한다는 것을 알 수 있으며 요가가 심폐능력 능력 향상을 가져온다는 것을 시사하고 있다.

많은 선행연구에서 유산소 운동의 심폐기능 향상 효과보다 요가운동이 심폐기능의 향상을 반드시 가져온다고는 볼 수 없지만 여러 연구에서 요가의 심폐기능 효과는 보고되고 있다. Tran, Holly, Lashbrook, & Amsterdam(2001)의 18-27세의 대상으로 한 요가연구에서도 심폐능력의 향상을 확인하였고, 대상자의 연령은 차이가 있지만 신현욱(2004)은 여대생 11명에게 6주간, 주 4회, 1일 60분간 요가를 실시하여  $VO_2max$ 의 유의한 향상을 보고하여 지속적인 요가수련이 순환계와 호흡계의 활동을 촉진하여 신진대사율 및 산소이용률을 증가시켜 수련 전보다 호흡순환기능을 향상시킨 것이라고 보고하였다.

Harimnath et al.(2004)은 하타 요가와 움카르명상이 심폐능력 수행과 심리상태, 그리고 멜라토닌 분비에 미치는 영향이라는 연구에서 25-35세의 남자를 대상으로 12주간, 주 6회, 60분간 아사나, pranayama, 명상을 실시한 결과 심폐지구력의 유의한 향상을 가져왔다고 보고하였다. 김현수(1991)도 요가의 아사나와 호흡이 조직과 기관의 순환을 활발하게 해주며 정맥순환을 촉진시키고 유산축적을 방지하면서 산소공급을 증가시킨다고 하였다. 그러나 박장근과 임란희(2004)는 23-34세의 여성 12명에게 요가를 12주간, 주 2회, 1회 60분간 실시하여 심폐기능에서 유의한 변화가 없었다고 보고하여 요가가 대상자의 연령이나 운동 기간, 강도에 따라 심폐기능에 대한 효과를 달리하는 것으로 보고되고 있다.

이러한 결과는 본 연구의 운동그룹이 집단 내 유의한 효과가 나지 않은 것과 유사한 현상으로 하타 요가프로그램이 유산소 운동과는 달리 강도가 상대적으로 낮아 나타난 현상으로 생각된다. 또한 본 하타 요가운동이 심폐기능을 향상시킬 수 있는 프로그램 채위가 부족했다는 것도 한 가지 이유일 수 있으며, 심폐기능에 긍정적인 영향을 줄 수 있는 하타 요가수련을 위해서는 호흡과 채위가 함께 이루어지는 더욱 강화된 복식 호흡법과 소리를 내며 채위가 이루어지는 만트라 요가수련 등의 요가 법을 병행한다면 심폐기능에도 의미 있는 변화가 이루어질 수 있을 것으로 기대된다.

## 2 면역기능

인체의 면역성은 적절한 운동과 트레이닝을 통해서 향상시킬 수 있는 반면, 부적절한 운동이나 과도한 운동은 면역학적 향상성을 방해하거나 항체 반응을 억제시키고 질병에 감염될 비율을 증가

시킨다. 이미 질병에 감염된 경우에는 그 병을 더욱 악화시키거나, 심할 경우 합병증을 유발시켜 사망에까지 이르게 할 수도 있다(김완수 등, 2004; 여남희, 김수근, 1997).

운동이 면역에 미치는 영향은 흥미로운 분야로 최근까지 많은 연구가 진행되고 있고, 면역기능의 운동의 효과는 과립구증(granulocytosis), 임파구증(lympho-cytosis) 단핵구증(monocytosis) 그리고 자연살생세포의 활성도(natural killer cell cytotoxic activity :NKCA)의 증가 등이 보고되고 있으나 이런 효과는 운동 직후에만 나타나며 운동 후 수 시간 내에 운동 전 수준으로 돌아가는 것으로 알려져 있다(Shek, et ai., 1995; Woods & Davis;1994). 또한 운동의 강도, 운동기간, 그리고 실험방법들의 다양성 때문에 운동 효과로서 면역기능을 명확히 분석하는 것은 어렵고(Rowbottom & Green, 2000), 일반적으로 고강도 운동은 건강을 위해 운동하는 일반인에게는 권장되지 않는다. 여기에는 여러 가지 이유가 있을 수 있지만 주된 이유 중의 한 가지는 고강도 운동이 인체의 중요한 방어기전인 면역기능에 부정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었기 때문이다. 실제로, 격렬한 운동에 대한 면역반응은 수술, 외상, 폐혈증, 그리고 화상과 같은 다른 신체적 스트레스의 면역반응과 유사하다고(Pedersen & Hoffman-Goetz;2000)는 보고하였다.

운동을 통해 면역체의 강화를 유도하기 위한 연구는 최근 들어 활발히 진행 중인 실정이지만 이 결과들은 운동으로 인한 감소나 증가, 두 가지 경향을 보이는 것으로 아직 일관된 결론에 이르지 못하고 있다(이한, 2001).

면역기능에 대한 운동의 효과는 운동 강도와 지속시간(Evans et al., 1986; Field et al., 1991; Nieman et al., 1989) 그리고 운동량(Kajiura, MacDougall, Ernst, & Younglai, 1995)과 운동 형태에 따라 다양하게 나타난다. 그 중에서 운동 강도에 따른 선행연구를 살펴보면, 저강도 운동은 면역기능에 크게 영향을 미치지 못하거나 일시적으로 부정적인 영향을 미칠 수 있고(Moyna et al., 1996), 중등도 운동은 긍정적인 영향을 미치는 것으로 받아들여지고 있으나(Hines et al., 1996; Dishman et al., 2000; Lambert et al., 2000; Malm et al., 1999; Pedersen & Toft, 2000) 아직은 논란의 여지가 남아있으며(Mackinnon, 2000), 고강도 운동은 대부분 부정적인 영향을 미치는 것으로 받아들여지고 있다(Verde et al., 1992; Nieman, 1994; Fukatsu et al., 1996; Castell, 1997). 특히, 고강도 운동과 관련하여 많은 연구자들이 장시간 격심한 운동 이후에 몇 시간 동안 관찰되었던 일시적인 면역의 기능이 억제되는 변화를 근거로(Gleeson et al., 1995; Mackinnon, 1997) Pedersen et al.(1994)은 불완전한 면역 회복상태로 격렬한 운동을 반복적으로 실시하면 감염의 위험성이 높아진다는 ‘열린 창(open window)’ 이론을 제시하기도 하였다.

지속시간과 관련하여 단시간 또는 일회성 운동은 면역기능을 일시적으로 억제하는 경향이 있으나

(Pedersen & Hoffman-Goetz, 2000; Lambert et al., 2000), 장기간 지속적인 운동은 일시적으로 유의한 변화를 일으키거나 또는 림프구 기능을 강화하여 면역기능을 강화시키는 것으로 보고되었다 (Gabriel et al., 1992; Nieman 1997; Pedersen & Bruunsgaard 2000 et al).

## 1) 백혈구(white blood cells ; WBC)

### (1) 호중구(Neutrophil)

호중구란 염색 시에 중성 상태에서 염색이 잘 된다 하여 붙여진 이름이다. 이것은 다른 말로 다형핵 호중구로도 불리워지는데, 이는 그 생긴 모양이 여러 가지 모양의 핵처럼 구성되어 있다고 하여 붙여진 이름이며, 대개 2-3개의 핵이 관찰된다(나재철, 2002).

본 연구의 집단 내 시기별 호중구 변화는 A 그룹에 비해 상대적으로 운동 강도가 약했던 B, C 그룹은 변화가 없었지만 강도가 가장 높았던 A 그룹만 4주 후가 사전과 12주 후보다 유의하게 증가했고, 시기별 집단 간 비교에서는 운동 초기인 4주 후에 운동 3그룹 모두 통제그룹보다 유의하게 증가되었다가 8주 후와 운동중지 4주 후인 12주 후에 거의 초기 수준으로 되돌아갔다.

본 연구와 같이 여자중학생을 대상으로 요가운동에 대한 면역기능을 알아 본 연구가 전무하여 보다 많은 선행연구들과 다양하게 비교할 수 없는 어려운 점이 있지만 본 연구와 유사한 운동 형태인 기수련 연구 결과를 보고한 박미숙 등(2003)은 기(氣)수련이 노인의 호르몬분비와 호중구 기능에 미치는 효과 연구에서 1.6±0.5년 간 기수련에 참가한 건강한 노인 9명을 대상으로 호중구의 변화를 알아 본 결과 호중구가 유의하게 증가하여 일반적 감염과 염증반응에 저항력을 높여 주었다고 보고하였다. 그러나 무엇보다도 운동그룹의 호중구 증가현상은 전술한 8주간의 규칙적인 요가실시에 따른 것으로 생각된다.

일반적으로 운동에 의한 호중구의 증가는 일과성으로 운동 후 45분에서 2시간 사이에 운동 전 수준으로 되돌아가게 되므로 운동면역학에서 강조되는 것처럼 일시적인 급성이나 일과성보다는 규칙적인 운동트레이닝 후 면역체계의 구조와 기능이 변화하는 만성적인 적응(chronic adaptation)을 꾀하는 것이 중요하다고 본다. 이러한 호중구의 증가는 세포 외액으로부터 혈액 속으로의 이동현상, 혈액 농축으로 인한 증가, 운동 부하로 인해 폐나 비장과 같은 기관의 혈액 순환량이 증가되어 이들 기관의 공간에 있던 백혈구가 순환 혈액 속으로 이동하는 현상과 코티졸과 카테콜라민의 증가에 의한 메커니즘이라고 생각된다(유오근, 1998; 나재철, 2002).

## (2) 림프구(Lymphocyte)

림프구는 특이적 면역기구로써 중요한 역할을 담당하고 있으며 여기에는 T림프구, B림프구, 자연 살해세포(natural killer cell; NK cell)등이 있으며, 바이러스성 질환에 대한 면역기능이나 알레르기에 관여한다(신희수, 2002). 이러한 림프구나 아형을 증진시키기 위한 방법으로서의 운동 권장은 대부분의 연구가 중증도의 규칙적인 운동이 내분비 호르몬의 생산을 증가시킴으로써 면역반응이 증가되어 림프구의 증식을 활성화시킨다고 보고되고 있다(Smith, 2003, Bruunsgaard & Pedersen, 2000).

본 연구의 림프구 집단 내 시기별 결과에서는 운동그룹 및 통제그룹 모두 변화가 없었고, 시기별 집단 간에서는 요가프로그램이 끝난 8주 후에 A 그룹이 B, C 그룹과 통제그룹보다 유의하게 증가하였다.

본 연구처럼 여자중학생을 대상으로 한 요가프로그램의 강도가 유사한 연구가 없어 명확한 비교가 어렵지만 이호성(2006)은 고령자를 대상으로 1일 60-90분, 주 2일(지구성운동 1일, 저항성운동 1일), 12개월간 실시하여 림프구의 아집단인 T 세포와 NKT(natural kill T cell)이 유의하게 증가되어 고령자의 면역기능 유지와 향상을 확인하여 단지 요가 뿐 아니라 운동이 림프구의 증가를 가져온다는 것은 분명한 것으로 보인다.

엄우섭 등(2004)도 대학생 32명(남)을 대상으로 운동 강도별(저, 중, 고강도)로 12주간 유산소운동을 실시하여 림프구 아형의 변화를 알아본 결과 저·중 강도에서는 림프구 아형의 긍정적 변화가 있었지만 고강도는 부정적인 결과를 초래하였다고 보고하였다. 이것은 본 연구 A 그룹의 요가강도가 중강도 이상으로 설정되어 있어 8주 후나 4주간의 운동 중지 후에도 림프구의 증가가 통제그룹보다 긍정적인 결과가 나타난 것과 유사한 결과이다. 이러한 결과는 요가가 면역기능 향상을 가져온다는 것을 뒷받침하는 연구이다.

## (3) 단구(Monocyte)

운동이 단식 세포계에 미치는 영향에 관한 연구는 미흡하며 말초 혈 중 단구 수는 운동에 의해서 크게 변동하지 않으며, 고강도의 운동일 때 말초 혈 중 세포 수가 약간 증가한다고 秋本과 河野(2001)는 보고하였고, 사이클 선수를 대상으로 4시간동안 사이클 운동을 실시한 결과 단구가 증가하였다는 보고(Scharhag et al., 2005)도 있다. 또한 임상적으로 성인 남성과 여성 선수, 그리고 마라톤 선수의 휴식 시 단구 수는 정상 범위 내에 분포(Davidson, 1987)하는 것으로 나타난 반면, 단기간 고강도 운동과 지구성 운동 시 혹은 운동 후에 현저히 증가한다고 일찍이 Nieman(1989)은 보고하였으며, 이러한 단구 농도의 증가는 일반적으로 외상, 신체운동 후 일어나며 이것은 운동 후 단구가 Cytokine을 분비하고 순환계로 이동하기 때문에 체력수준과 운동 기간에 영향을 받는 것으로 보인다

다(Mackinnon, 1993).

그러나 유도선수를 대상으로 20일간 고강도 유도훈련을 실시한 결과 단구에 변화가 없었다는 보고(Imai et al., 2002), 5주간 중정도 강도로 유산소트레이닝을 실시한 결과 감소하였다는 보고(Peters, et al., 1995). 따라서, 단구는 감염에 대한 저항, 질환 시 증가하므로 장기간 적절한 강도의 운동을 통하여 면역기능이 조화를 이루게 되면 단구 수는 감소할 수 있다고 생각된다.

본 연구의 단구 변화는 집단 내 시기별에서는 통제그룹을 포함한 3개 운동그룹 모두 변화가 없었고, 시기별 집단 간 비교에서 하타요가프로그램 수행 말기인 8주 후에 A 그룹이 통제그룹보다 유의하게 증가하였다.

지금까지는 단구 수의 증가가 운동에 따라 증감하는 것이 명확하게 연구되어 있지 않지만 대체로 운동 초기나 세포의 바이러스 감염, 특정 종양세포 및 미세 기관들의 손상, 고강도 운동 시 유발되는 저산소증에 의해 증가하고, 운동 종료 후에는 운동 기간과 강도에 비례하여 수 시간 혹은 수일 간에 걸쳐 감소하는 특성을 보이는 것으로 알려져 있다(Mackinnon, 1999). 따라서, 통제그룹을 포함한 B, C 그룹의 단구 수가 유의하게 증가하지 않았던 것은 B, C 그룹의 요가프로그램의 강도가 단핵구의 변화를 유발할 정도로 인체 내 손상이나 저산소증 유발할 정도의 수준이 아니었던 것으로 생각된다.

신희수(2002)는 본 연구의 대상자와는 연령은 차이가 나지만 6명의 여성 고령자를 대상으로 운동 강도별(저, 중, 고강도)로 90분간 일과성으로 댄스스포츠를 실시한 결과, 운동 전보다 후가 중, 고강도 집단에서 유의한 증가가 나타났다고 보고하였다. 또한 이재호(2001)도 선수경력이 없는 체육전공 남자대학생을 대상으로 8주 동안 주 4일, 1일 60분간 70%VO<sub>2</sub>max의 강도로 유산소 운동을 실시하여 면역기능을 알아 본 결과 단핵구의 수가 증가하였다고 보고하였다. 그러나 이한(2001)은 일반인을 대상으로 70%VO<sub>2</sub>max의 강도로 90분간 운동을 수행한 결과, 단핵구의 변화가 없었다고 보고하여 상반된 결과를 보였다.

오상덕(2005)은 6개월 이상 운동을 실시한 중년과 노인 63명을 대상으로 운동 참여 여부에 따른 면역기능을 비교한 결과 안정 시에는 단구의 변화가 없었지만 최대 하 운동 시에는 비운동군은 급격한 증가가 나타났고 운동그룹도 증가하였지만 회복기에 단구의 감소폭이 비운동군보다 훨씬 낮게 나타났다고 보고하여 결국 운동을 규칙적으로 수행하면 회복기에 단구의 변화가 적은 폭으로 이루어지고 평소 운동을 하지 않은 사람은 동일한 자극에도 과다 반응을 보여 회복기에 큰 폭으로 감소하여 면역 기능 저하를 야기하게 되는 것으로 생각된다. 이러한 결과는 본 연구의 시기 간 집단 간 비교에서 운동 강도가 높았던 A 그룹의 경우와 마찬가지로 8주 후에는 단구가 증가했다가 운동 중

지 4주 후인 12주 후에는 거의 초기수준으로 되돌아가 안정시의 수치로 환원된 결과로 보아 짐작할 수 있는 것이다. 물론, 평소 운동 경험이 없는 통제그룹의 운동 시 단구 변화는 측정해 보지 못했지만 전술한 오상덕(2005)의 연구에서 밝혔듯이 운동 적응이 안 된 상태에서는 단구의 급격한 증가 후에 연이어 급격한 감소가 올 것으로 예상된다.

A 그룹의 경우에는 사전4주 후와 사전8주 후에는 시기별 집단 간 각각 통제그룹과 C 그룹보다, 통제그룹과 B, C 그룹보다 유의하게 증가했지만 4주의 운동 중지 기간을 거친 뒤에는 차이가 없는 거의 초기 수준으로 되돌아갔다. 이러한 결과는 A 그룹의 요가운동 강도가 단구의 증가를 유도하기에 적절한 강도였고 또한 8주간의 지속적인 요가운동 적응을 통하여 단구의 변동 수준의 폭을 낮게 하여 면역기능의 향진에 도움을 준 것으로 추측해 볼 수 있는 것이다.

#### (4) 호산구(Eosinophil)

호산구는 다른 혈액세포와 마찬가지로 골수에서 분화되어 성숙되는데, 골수내 세포는 성숙 단계에 따라 크게 4단계로 나뉘며, 말초혈액 내 호산구는 대부분 조직으로 이동되는데 주로 이동되는 조직은 외부 환경에 노출된 상피세포를 갖고 있는 장기인 위장관, 호흡기와 생식기의 상피조직 유방 및 흉선에도 소수가 정상적으로 존재한다. 호산구의 생성과 체내 분포는 엄격하게 조절되고 있으나 알레르기 질환, 기생충 감염, 약물 반응, 악성 종양 및 결체조직 질환 등과 경미한 감염 시 증가하며 스트레스, 중증감염, 화상, 쇼크, 스테로이드 사용 시에는 감소한다(장안수, 2006; 나제철, 2002)고 알려져 있지만 이에 대한 정확한 메커니즘은 밝혀진 바가 없다.

본 연구의 집단 내 시기별 과 시기별 집단 간 비교에서는 4 집단 모두 차이가 나타나지 않았고 호산구는 시기에 관계없이 정상 범위인 최저  $1.89 \pm 1.24\%$ ( $189 \text{mm}^3$  혹은  $189 \text{uL}$ )에서  $3.28 \pm 2.23\%$ ( $328 \text{mm}^3$  혹은  $328 \text{uL}$ )에 분포하고 있어 본 연구의 하타 요가프로그램이 호산구의 변화에 영향을 미치지 못한 것으로 나타났다.

본 연구와 대상과 운동 방법은 동일하지 않지만 이한과 안의수(1997)도 성인(남) 6명을 대상으로  $60\% \text{VO}_2 \text{max}$ 로 90분간 자전거 에르고메터를 실시하여 유산소 운동 시 면역기능을 알아 본 결과 호산구가 운동지속 시간에 따라 점차 증가하였지만 통계적으로 유의하지 않았다고 보고하였다. 물론, 최근까지는 호산구의 운동 시 변화에 대한 선행연구가 없어 명확하게 이러한 증가에 대한 논의가 어렵지만 A 그룹의 호산구 증가는 면역기능의 활성화에 기여하는 것으로 보인다. 하지만 8주간의 하타 요가프로그램 실시 후 4주간의 운동중지에도 불구하고 호산구의 변화가 나타나지 않은 것은 요가운동이 전술한 호산구의 증감을 유도하는 질병이나 스트레스보다는 신체 내 면역기능에 미치는 자극이 낮은 것으로 생각되며 차후 연구는 요가운동 기간을 늘여서 호산구의 변화를 규명하는 것이



필요할 것으로 생각된다.

### **(5) 호염기구(Basophil)**

호염기구의 과립에는 비만세포(mast cell) 과립과 비교적 유사한 매개체들이 포함되어 있어 일부 측면으로는 호염구와 비만세포는 유사한 작용을 한다. 이들은 모두 히스타민과 헤파린을 함유한다. 호염기구는 T세포로부터 분비되는 히스타민방출인자에 의해 활성화 되어 히스타민과 같은 염증유발 인자를 방출하여 즉시형 과민반응을 일으키는 데에 필수적인 백혈구이다(김선영 등, 2006).

호염기구나 비만세포의 공통 전구세포가 존재한다는 것이 입증되었지만 그 두 세포의 성장과 발달사이의 관계는 아직도 불확실하다. 최근까지 보고된 거의 모든 자료가 이 부분에 대해 논란을 유발한다. 사실 호염기구는 성장과 발달에 있어서도 비만세포보다는 호산구와 더 많은 공통점이 있는 것 같다(김현희, 2002b). 사람의 호염기구는 호산구가 유래하는 동일한 조혈 전구세포에서 유래하는 것이 현재 명확하며 알레르기 비염, 비염, 그리고 천식 및 호산구 증가와 연관된 질환들의 환자 혈액 내 호염기구 수가 증가한다.

호염기구의 수적증가가 알레르기 비염 혹은 알레르기 천식 개체의 혈액 내에서 확인되었고(김현희, 2002b), 호염기구의 수는 스테로이드에 매우 예민하며 약물 투여 시 현저히 장기간 억제된다. 호염기구는 여러 염증 반응에서 조직에 침윤하고 또 참여함이 잘 알려져 있지만 호염기구는 호산구나 비만세포와 달리 정상적으로는 조직에 머무르지 않는다.

본 연구의 호염기구 결과는 집단 내 시기별에서 A 그룹은 4, 8주 후 사전과 12주 후보다 유의하게 증가되었는데 이러한 결과는 운동 강도가 가장 높았던 A 그룹의 운동 기간 중 호염기구의 명확한 증가를 시사한다. 그러나 강도가 가장 약했던 C 그룹의 경우에는 운동 전과 4주의 운동 중지 후인 12주 후에 감소하는 경향을 보였는데 이것은 집단의 개인차로 생각되며 호산구의 증감이 여러 가지 요인에 의해 좌우된다는 것을 암시한다.

## **2) 면역글로블린(Immunoglobulins : Ig)**

면역글로블린(Immunoglobulins : Ig)은 B림프구 및 혈장세포에서 생성되고 분비된 당단백질(glycoprotein)이다(오윤선과 이배익, 1997). B림프구를 T림프구와 구별하는 기본 표식인자로서의 Ig는 세포표면에 존재하며 항체 기능을 가진 항체로서 혈청이나 림프에 존재한다. 항원에 대한 반응으로 B림프구가 활성화되어 형질세포로 분화되어 세포 표면 Ig가 혈청 내로 분비되어 항원과 특이하게 반응하게 되며 이런 Ig를 항체(antibody)라 한다.

항체 분자는 보통 immunoglobulin 또는 줄여서 Ig라고 하며 B림프구의 항원 수용체는 표면 항체

분자는 보통 면역글로불린(immunoglobulin) 또는 줄여서 Ig라고 하며 B림프구의 항원 수용체는 표면 Ig이다(이삼준, 2002). 1962년에 Rodney Porter가 Ig는 두 종류의 폴리펩타이드 사슬 4개로 구성된 기본구조를 가지고 있음이 발견되었고, Ig는 5가지 서로 다른 구조를 가진 즉, IgG, IgA, IgM, IgD, IgE 클래스가 고등포유동물에서 존재하고 있음이 보고되었다(나재철, 2002; 이삼준, 2002).

혈 중의 IgG, IgA, IgM의 저하는 원발성 면역 부전 증후군의 일부, 저영양, 약제성 면역 억제 상태 등에서 볼 수 있고, 증가는 자기면역질환, 감염증, 간질환 등에서 볼 수 있다. 기준치에서 저하와 증가는 모두 면역상태의 이상을 나타내며, 일반적으로 급성운동에 의해서 혈청 Ig 농도는 증가한다. 그러나 이 증가는 운동에 의해서 혈장량의 감소가 일어나 혈액이 농축되기 때문에 '외관성의 증가' 이다(신희수, 2002).

중등도의 적절한 운동은 면역기능을 향상시키며(이정인, 2006; 변재철, 2003), 적절한 운동훈련에 대한 혈청 Ig 반응 활성화하여 혈청 Ig 수준의 적당한 증가를 유발시킨다(오운선, 이배익, 1997).

고강도 운동에 관련된 연구인 Fukatsu, Sato, & Shimizu(1996)의 연구는 10명의 건강한 남자를 대상으로 한 실험에서 50마일 경보 후 혈청 IgG와 IgM은 증가를 나타내었다고 보고한 반면, Gleeson, Cripps, & Clancy(1995)는 27명의 국가대표급 수영선수들을 대상으로 세계선수권대회 준비를 위한 주당 25시간 트레이닝을 실시한 결과에서 혈청 IgA, IgG, IgM, 타액 IgA 및 타액 IgA가 감소를 나타내었다고 보고하였다. 이러한 Ig의 감소는 면역기능의 약화를 의미하므로 운동유발성 면역억압을 예방하거나 전환할 수 있는 트레이닝과 관리전략이 필요하다고 하였다(변재철, 2003). 또한 크로스컨트리 스키 선수를 대상으로 한 연구(Mueller, villiger, O'Callaghan & Simon, 2000)와 수영선수를 대상으로 한 연구(Gleeson et al., 2000)는 운동 후 Ig 수준이 유의하게 낮았다고 보고하였는데 이는 장시간의 고강도 운동이 Ig 농도를 감소시킨다는 보고(Smith, 2003; Bruunsgaard & Pedersen, 2000; Gleeson et al., 2000)를 지지하는 것이다. 물론, 혈청 Ig 수준은 단기간 운동이나 적절한 강도의 운동훈련 후에 유의한 변화가 일어나지 않을 수도 있다(변재철, 2003).

본 연구의 IgG, IgA, IgM은 통제그룹을 포함한 4집단 모두 집단 내 시기별에서는 변화가 없었다. 하타 요가를 실시하여 Ig를 알아 본 연구가 흔치 않아 하타 요가운동 형태와 동일한 연구로 비교할 수 없지만 운동과 Ig의 변화 측면에서 비교해 보면 대체로 강도나 운동 형태, 대상자에 따라 상이하게 나타나고 있다.

이배익(2001)도 중년여성(24명)을 대상으로 12주간 저강도(40-60%RM)와 고강도((60-80%RM)로 구분, 저항운동을 실시하여 IgG, IgA, IgM에 미치는 영향을 알아 본 결과, 집단 내에 차이가 없었다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 하지만 김영준과 김주혁(2000)은 중년여성(12명)을 대상

으로 12주간, 주 5일간, 1일 50분간 수영을 실시하여 Ig의 변화를 알아 본 결과 IgG가 통제군은 변화가 없었지만 운동그룹은 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 운동에 따른 Ig의 변화 결과에 대한 선행연구들은 주로 집단 내의 결과보다는 집단 간의 결과를 비교하였고, 그 결과가 여러 변인에 의해 다양하게 나타나 명확히 운동이 Ig의 증감을 어떻게 유도하는지는 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

그러나 시기별 집단 간 비교에서는 사전을 제외한 4주 후와 12주 후에는 IgA, IgM는 차이가 없었으나 IgG만 운동 강도가 가장 강했던 A 그룹이 통제그룹과 B, C 그룹보다 유의하게 증가하였다. 또한 8주 후에는 A 그룹이 이 통제그룹과 B, C 그룹보다 유의하게 증가하는 현상을 보였다. 특히 4주간의 운동중지 후에는 IgA, IgM는 차이가 없었으나 IgG에서 A 그룹이 통제그룹과 B, C 그룹보다 유의하게 증가하여 운동 강도가 높을수록 IgG가 증가하거나 유지하는 현상을 보였다. 이러한 결과는 힘들-매우 힘든의 하타 요가강도로 하타 요가를 실시하면 운동을 4주정도 중지하더라도 IgG가 계속적으로 증가하거나 유지된다는 것을 시사한다.

민범일, 김홍식과 김성곤(2004)은 알코올 의존자를 대상으로 16주간, 주 3회, 1일 60분간 하타요가를 실시하여 Ig의 변화를 알아 본 결과, 요가집단이 통제그룹보다 IgM, IgA, IgG가 유의하게 증가하였다고 보고하여 본 연구의 결과와 유사한 현상을 보였다.

조준용, 이규성과 양춘호(2002)도 규칙적인 운동을 실시하고 있는 사람을 3집단(주당 45시간, 주당 2-3시간, 주당 1시간미만)으로 구분하여 Ig의 변화를 비교한 결과 IgG가 습관적 운동에 따라 유의한 차이가 있었다고 보고하여 본 연구의 운동 형태나 강도는 Ig의 긍정적인 변화를 유도하는 것으로 생각된다.

운동에 따른 Ig의 변화는 다양하게 보고되어 있고 연구가 진행 중이지만 대체로 고강도일 경우 부정적인 결과들이 많이 보고되었다.

혈청 Ig 수준의 소량 증가는 다양한 운동 형태, 강도, 기간 등을 달리하여 몇몇 연구에서 보고되었으나 여러 연구결과는 임상적 기준치와 비교하여 강한 지구성 운동 훈련을 한 운동선수의 혈청 Ig 수준이 낮음을 보고하고 있다. 특히 부하가 큰 트레이닝을 할 때에 면역체계 기능의 전반적인 감소가 일어나며(김완수 등, 2004), 이러한 Ig의 증감치는 다양한 원인에 의해 좌우되므로 어떤 변인에 의해 나타나는지는 불분명하며 인간을 대상으로 한 연구는 찾아보기 어려운 실정이다. 특히 규칙적인 운동 경험이 많지 않은 여자중학생에게 있어서는 하타 요가를 포함한 어떤 운동 형태라도 단기간의 고강도의 운동일 경우 운동 후에 면역억제를 가져와 면역계 성분들이 부정적으로 변화할 것으로 예상된다. 더욱이 고강도로 훈련을 받은 선수들에 있어서는 임상적으로는 면역결핍이 되지 않는

다는 것이 일반적인 견해이지만, 장기간의 고강도 훈련은 오히려 면역억제를 유발시킬 수도 있다. 이로 인해 순환하는 말초혈액내의 호중구의 기능과 혈청 및 타액(salivary) Ig 축적의 감소가 일어나고, 자연살해세포의 수와 세포독성 능력이 감소하게 된다고 최근의 한 연구에서 보고되었다(Mackinnon, 2000).

이러한 이유 중의 하나는 바로 엘리트 선수들의 과 훈련(overtraining)이 상기도 호흡부 감염(URTI)과 스트레스에 대한 저항력을 저하시켜 면역억제를 유발시킨다는 메커니즘에 준한다(Pederson, Rohde & Zacho, 1996). 특히 운동을 평소 강하게 실시하는 운동선수의 휴식 시 혈청 Ig 수준은 임상적 규준과 별로 큰 차이가 없지만 강한 운동훈련을 지속적으로 장기간 실시했을 때 더 낮은 Ig 수준을 나타낸다고 Mackinnon(2000)은 보고한바 있다.

한편, 혈청 Ig 수준은 운동 강도뿐 아니라 영양섭취나 체중 감량과도 밀접한 관계를 가지고 있는데 Ohta, Nakaji, Totsuka, Umeda & Sugawara(2002)는 유도선수를 대상으로 20일간 고강도 유도훈련을 실시한 결과 혈청 IgG가 증가경향을 보였다고 하였으나 Umeda, Nakaji, Shimoyama, Yamamoto & Sugawara(2004)는 유도선수를 대상으로 20일간 식사제한과 유도훈련을 동시에 실시한 결과 IgG에 변화가 없었다고 보고하였고, 김운정, 박태근과 김태운(2006)은 14명의 레슬링 선수를 대상으로 급속체중감량과 점증체중감량이 면역기능에 미치는 영향을 구명하기 위한 연구에서 두 집단 모두 IgG의 변화가 없었다고 보고하여 서로 상반된 결과를 나타내었다.

이러한 고강도 운동이나 격렬한 운동에 의한 면역기능 저하의 메커니즘은 스트레스호르몬, 그 중에서도 특히 글루코코티코이드(glucocorticoids; 시상하부-뇌하수체-부신축의 변화에 의한 성장, 생식, 면역기능을 저하)가 상승되고, 글루타민(glutamin)의 감소에 따라 그 결과 일시적인 면역억제가 유발되는 것이 될 수 있다.

운동이 반복될 때, 빈번히, 그 면역시스템을 완전히 회복시키는 시간이 충분하지 않을 수 있으며, 또한 운동에 의해 유발된 근 손상 후에 혈장 코티졸 농도는 수일 동안 지속적으로 상승될 수 있다. 고강도 운동 후에 나타나는 근섬유의 손상은 근섬유 회복을 위해 혈장 글루타민 수준을 저하시키게 되므로 고강도 훈련 후에 심하게 저하 시키며(김완수 등, 2004), 반복적인 고강도 트레이닝은 혈장 글루타민 농도의 지속적인 저하를 유발시켜 백혈구의 여러 가지 기능(세포분열을 일으킬 수 있는 능력, 항체생성, 섭취와 소화)에 의한 박테리아도 저하시키게 되는 것이다.

중등도의 적절한 운동은 내분비 호르몬의 생산을 증가시킴으로써 면역반응이 향상되어 림프구나 Ig 수준을 활성화시킨다고 Smith(2003)와 Bruunsgaard, & Pedersen(2000)는 보고하였고, 본 연구 A 그룹의 긍정적인 변화는 요가 운동 강도의 적절성에서 이루어진 것으로 생각된다. 물론 본 연구의

하타 요가프로그램과 면역기능의 관련성에 대해 기존의 대부분 연구들이 대부분 엘리트 운동선수이거나 또는 직업적인 선수들의 고강도 훈련에 따른 면역반응의 변화를 살펴본 것이 많아 명확한 결론을 도출하기는 어려운 점이 있지만 면역기능 향상을 위한 여자중학생의 발육·발달 단계에 적합한 하타 요가운동의 적절한 강도는 A 그룹에 적용된 중강도라고 생각된다.



## VI. 결 론

J시 소재 여자중학생 34명을 대상으로 8주간, 주 3회, 1일 45~50분간 강도별(RPE 7~9, RPE 11~13, RPE 15~17)로 Hatha Yoga와 detraining에 따른 시기별 그룹간 건강관련체력(%fat, modified sit-ups, sit-&reach test, 1,200m run/walk)과 면역기능(Neutrophil, Lymphocyte, Monocyte, Eosinophil, Basophil, IgG, IgA, IgM)에 대한 변화를 비교·분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

### 1. 건강관련체력

1) 집단 내 시기별 비교의 modified sit-ups과 sit-&reach test는 사전보다 8, 12주 후에 A 그룹만 증가하였고, 다른 그룹은 차이가 없었다.

2) 시기별 집단 간 비교의 4주 후에는 전 항목 차이가 없었으며, 8주 후에는 modified sit-ups은 통제그룹보다 A·C 그룹이, sit-&reach test는 통제그룹보다 A·B 그룹이, 1,200m run/walk는 통제그룹보다 A·B·C 그룹이 증가하였다. 4주간 운동을 중지한 12주 후에는 modified sit-ups은 통제그룹보다 A·B·C 그룹이, sit-&reach test는 통제그룹보다 A·B 그룹과 C 그룹보다 B 그룹이 증가하였으며, 1,200m run/walk는 통제그룹보다 A·B·C 그룹이 빠르게 나타났다.

### 2 면역기능

#### 1) 백혈구

(1) 집단 내 시기별 비교의 호중구는 A 그룹은 사전과 12주 후보다 4주 후가 증가하였고, 호염기구는 사전과 12주 후보다 4, 8주 후가 증가하였으며, C 그룹은 호염기구가 사전과 4주 후보다 12주 후가 증가하였다.

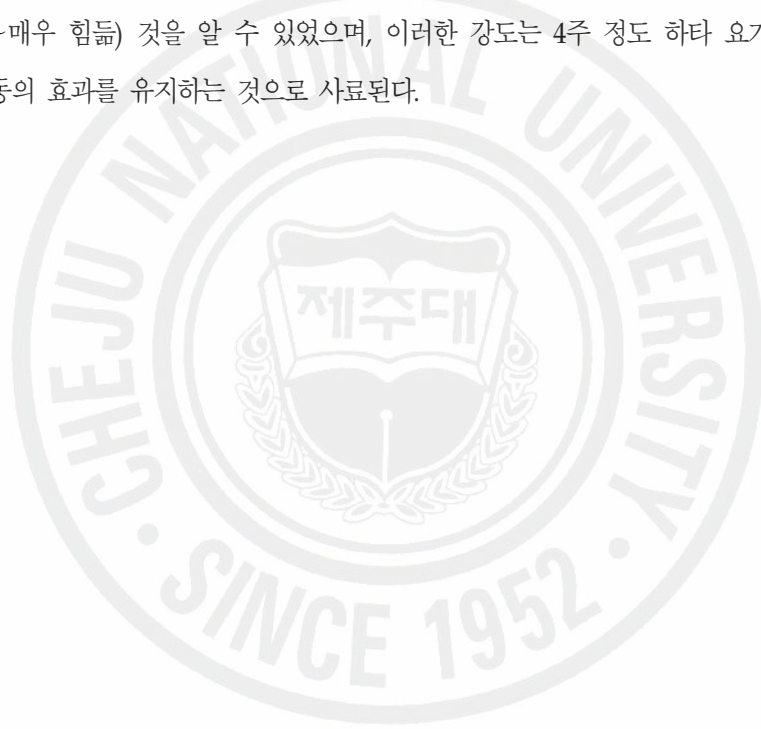
(2) 시기별 집단 간 비교의 4주 후에는 호중구가 통제그룹보다 A·B·C 그룹이 증가하였고, 8주 후에는 림프구가 통제그룹·B·C 그룹보다 A 그룹이, 단구는 통제그룹보다 A 그룹이, 호염기구는 통제그룹·C 그룹보다 A 그룹이 증가하였다. 4주간 운동을 중지한 12주 후에는 림프구가 B 그룹보다 A·C 그룹이, 통제그룹보다 C 그룹이 증가하였다.

## 2) 면역글로블린

(1) 집단 내 시기별 비교에서는 차이가 없었다.

(2) 시기별 집단 간 비교의 4주 후에는 IgG만 통제그룹·B·C 그룹보다 A 그룹이 증가하였다. 8주 후에는 IgG와 IgA는 통제그룹·B·C 그룹보다 A 그룹이, IgM은 통제그룹보다 A·C 그룹이, B 그룹보다는 A 그룹이 증가하였다. 4주간 운동을 중지한 12주 후에는 IgG만 통제그룹·B·C 그룹보다 A 그룹이 증가하였다.

본 연구 결과, 하타 요가운동은 운동 강도가 강할수록 건강관련체력과 면역기능에 효과가 있는 것으로 보이며 여자중학생의 건강관련체력과 면역기능 향상을 위한 하타 요가운동의 강도는 RPE 15~17(힘듦~매우 힘들) 것을 알 수 있었으며, 이러한 강도는 4주 정도 하타 요가를 중지하더라도 하타 요가운동의 효과를 유지하는 것으로 사료된다.



## 참고문헌

- 강호영, 권병석, 김강주, 김덕률, 김영호, 박주홍, 백상기, 석경호, 이만형, 이원하, 정헌택, 조영준, 최태진(2006). **KUBY** 번역학. 서울 : 월드사이언스.
- 강희성, 김기진, 김태운, 김형목, 장경태, 전종귀, 조현철(2002). **운동생리학**. 서울 : 대한 미디어.
- 곽이섭, 백일영(2000). 서로 다른 운동처치에 따른 코티졸 호르몬 변화가 면역세포와 면역글로블린에 미치는 영향. **한국체육학회지**, **39(4)**, 371-378.
- 교육인적자원부(2002). **학생체력검사 실시규정**. 서울: 교육인적자원부.
- 김대식, 김소연, 김춘추, 민창기, 박수경, 서영훈, 엄현석, 정낙균, 정대철, 정태준, 진종률, 한치화(2000). **면역생물학**. 서울: 라이프사이언스.
- 김미숙, 양점홍(2004). 요가프로그램이 남자고교생의 척추측만 교정에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**, **21**, 493-502.
- 김선영, 김창환, 김태규, 김희제, 서영훈, 성정석, 엄현석, 이기현, 이미정, 정대철, 정재희, 정태준, 진종률, 최상림(2006). **면역학**. 서울 : 라이프사이언스.
- 김수근, 정동혁(2004). 저항트레이닝에 있어서 디트레이닝에 대한 탐색. **한국스포츠리서치**, **15(5)**, 2305-2318.
- 김완수, 이미라, 김영수, 한만중, 신선애, 김한수, 이권호(2004). **운동트레이닝 생화학**. 서울 : 도서출판 대한미디어.
- 김우호(1993). **면역**. 춘천: 강원대학교출판부.
- 김윤정, 박태근, 김태운(2006). 레슬링선수의 급속 및 점증체중감량이 면역기능 및 혈장량에 미치는 영향. **한국체육학회지**, **45(6)**, 555-563.
- 김재은(2001). 대학생의 교양체육 수강과 동아리활동 참여가 여가태도에 미치는 영향. **한국체육교육학회지**, **5(2)**, 126-134.
- 김향미(2005). 요가수행이 일부 대학생의 심폐, 근골격계 기능 및 건강상태 지각에 미치는 효과. **한국동서정신과학회지**, **8(1)**, 15-31.
- 김현수(1991). **요가의 향기**. 서울 : 전인사.
- 김현희(2002b). 인체 호염기구에 관한 최신 연구 동향. **소아알레르기 및 호흡기학회지**, **12(2)**, 71-82.
- 김형진, 김수남, 김세환(2005). 식사일기가 비만 여중생의 신체구성 및 영양섭취에 미치는 영향. **한**



- 국체육학회지, **44(6)**, 567-578.
- 나재철(2002). **운동면역학**, 서울 : 대경북스.
- 나재철(2003). 면역기능양상을 위한 운동처방학적 접근. **한국사회체육학회지**, **19(2)**, 1193-1200.
- 문화관광부(2004). **국민체력실태조사**. 서울: 문화관광부.
- 민범일, 김홍식, 김성근(2004). 장기간 요가운동이 알코올의존자의 면역글로블린에 미치는 영향. **한국스포츠리서치**, **15(1)**, 1075-1088.
- 박길준, 박태섭, 박형섭(1997). **성장단계별 신체 발육발달론**. 서울: 도서출판 상조사.
- 박원익(2006). 저항훈련과 훈련중지 기간이 남자고교생의 1RM·GH·IGF-I과 Biochemical Bone Marker 에 미치는 영향. 부산대학교대학원 미간행 박사학위논문.
- 변재철(2003). 4주간의 수영훈련이 심박수, 호르몬 및 면역글로블린 농도에 미치는 영향. **한국스포츠리서치**, **14(2)**, 487-498.
- 보건복지부(2005). **체육백서**. 서울 : 문화관광부 체육국.
- 성봉주(2000). Detraining과 Retraining이 비만청소년의 체성분, 혈중지질 및 호르몬 반응에 미치는 영향. **한국체육학회지**, **39(4)**, 507-520.
- 신이미(2003). 중학생이 지각하는 스트레스 원인과 대처방식에 관한 연구. 수원대학교대학원. 미간행 석사학위논문.
- 신현욱(2004). 하타요가 수련이 폐기능 및 호흡순환기능에 미치는 영향. 대구대학교대학원 미간행 석사학위논문.
- 신희봉(2000). 하타요가 수련이 중년여성의 골밀도에 미치는 영향, 조선대학교대학원, 미간행 석사학위논문.
- 신희수(2002). 여성 고령자의 운동강도가 면역기능과 전해질에 미치는 영향. 부산대학교대학원 미간행 박사학위논문.
- 안상조(2000). 초등·중학생의 전신지구력과 체력·건강에 관련된 체력 및 혈액성분의 관계 분석. 부산대학교대학원 미간행 박사학위논문.
- 안중기(2000). 요가 수행이 뇌파에 미치는 영향. 조선대학교대학원 미간행 석사학위논문.
- 양점홍(2002). **최신 트레이닝학**. 부산 : 부산대학교 출판부.
- 염우섭, 서한교, 김경래, 이동기, 박익렬, 박성태, 김은경, 강현주, 강서정(2004). 운동강도에 따른 12주간 유산소성 트레이닝이 림프구 아형에 미치는 영향. **한국체육학회지**, **43(6)**, 481-495.
- 여남희, 김수근(1997). 인체의 면역기능 향상을 위한 운동처방에 관한 연구. **운동과학**, **6(2)**, 151-168.

- 오상덕(2005). 노인들의 장기간 유산소 운동 참여가 면역물질 변화에 미치는 영향. **운동과학**, 77-86.
- 오운선, 이배익(1997). 운동과 면역글로블린. **한국유산소운동과학회지**, **1(1)**, 72-88.
- 유오근(1998). Sprint training이 세포성 및 체액성 면역 반응에 미치는 영향. 전남대학교대학원 미간행 박사학위논문.
- 이경혜, 강현숙(1996). 요가운동이 만성 요통완화에 미치는 영향. **류마티스건강학회지**, **3(2)**, 133-143.
- 이삼준(2002). 고강도 지구성 운동이 흰쥐의 면역기능에 미치는 영향. 고려대학교대학원 미간행 박사학위논문.
- 이소영, 고석중, 장석암(2006). 승마 기본보법 기수의 면역글로블린 농도변화. **한국스포츠리서치**, **17(1)**, 245-252.
- 이정훈(2004). **테라피 요가**. 서울 : 한언출판사.
- 이지나(2002). 요가 수행법 연구. 서울대학교대학원 미간행 석사학위논문.
- 이창준(2005). 저항운동이 남자고교생의 학년별 건강관련체력·골밀도·골대사 및 성장호르몬에 미치는 영향. 부산대학교대학원 미간행 박사학위논문.
- 이태영(2003). **요가철학**. 서울 : 도서출판여래.
- 이한(2001). 기후조건과 지구성 트레이닝이 면역세포 및 stress hormone에 미치는 영향. **한국체육학회지**, **40(2)**, 683-692.
- 이혜진(2004). **다이내믹 요가 30분**. 서울: 넥서스 BOOKS.
- 이호성(2006). 12개월간의 운동이 고령자의 림프구 아집단에 미치는 영향. **운동과학**, **15(3)**, 173-180.
- 임완기 외 43명(2004). **저항운동의 이해**. 서울 ; 도서출판 흥경.
- 장안수(2006). 호산구와 폐질환. **천식 및 알레르기학회지**, **26(1)**, 17-18.
- 전소영(2004). 요가 수련이 현대인의 심신에 미치는 영향. 대전대학교대학원 미간행 석사학위논문.
- 정신세계사(2004). **웰빙라이프**. 서울 : 정신세계사, 1월호, 8-9.
- 정용자, 이은주, 박준영, 김수근, 박정태, 김용원(1998). 운동 양식에 따른 T림프구와 자연살해세포의 급성 반응: AT 시점을 기준으로 나타나는 면역 반응 역치에 관한 연구. **대한스포츠의학회지**, **16(2)**, 259.
- 정은선과 김성찬(2006). 태보운동과 요가운동이 비만여성의 신체조성과 혈중지질에 미치는 영향. **제주대학교 체육과학연구소 논문집**, **12**, 17-30.
- 정향미, 김이순(2006). 요가운동이 청소년의 신체 유연성과 자세관리 인지에 미치는 효과. **아동간호학회지**, **12(1)**, 96-103.

- 조유향(1995). **노인보건**. 서울 : 도서출판 현문사.
- 조준용, 이규성, 양춘호(2002). 습관적 운동과 스트레스가 T-세포, NK-세포 및 면역글로블린에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**, **17**, 365-377.
- 조현규(2005). Circuit Training이 남·여자중학생의 건강관련체력에 미치는 영향. 부산대학교교육대학원 미간행 석사학위논문.
- 조현정(1998). 요가수련자와 비수련자의 체지방률 및 혈중 지질변화. 조선대학교대학원 미간행 석사학위논문.
- 최경석(2006). 12주 하타요가 수련이 폐경 이후 여성의 최대우력에 미치는 영향. **한국스포츠리서치**, **17(1)**, 537-546.
- 최태희(2003). 교육대학교 신입생의 생활습관과 운동·스포츠활동에 관한 의식조사 연구. **한국초등체육학회지**, **9(2)**, 15-29.
- 현천(1996). **요가디피카**. 서울 : 법보신문사.
- 홍순미, 양점홍, 이명수(2002). 5주간 Pilates 매트운동이 중년여성의 건강에 관련된 체력에 미치는 영향. **부산대학교 체육과학연구소논문집**, **18**, 125-132.
- 홍인숙, 이창준(2006). 16주간의 요가수련이 여자중학생의 건강관련체력과 스트레스에 미치는 영향. **한국스포츠리서치**, **17(5)**, 725-740.
- 宮崎裕美, 芳賀脩光, 大野秀樹(2001). 運動による炎症反應と免疫應答. **運動の科學**, **51(2)**, 134-137.
- 赤間高雄, 和久貴洋(2001). 스포츠 선수의 컨디션닝과 면역. **體育の科學**, **51(2)**, 119-123.
- 秋本崇之, 河野一郎(2001). 스포츠 활동시의 면역應答. **體育の科學**, **51(2)**, 113-118.
- AAHPERD(1980). Health-related physical fitness manual. AAHPERD, Washington, D. C.
- American College of Sports Medicine(2002). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Ames, C.(1989). Chemistry of marathon running. *Journal of Clinical Pathology*, **42**, 1121-1125.
- Balady, G.J., Berra, K.A., Golding, I.A., Gordon, N.F., Mahelr, D.A., Myers, J.N., & Sheldahl, I.M.(2000). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, 6th ed.* Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Berk, L.S., Tan, S.A., Nieman, D.C., & Eby, W.C.(1986). Stress from maximal exercise modifies T-helper and T-suppressor lymphocyte subpopulations and their ratio in man. In Doston Co(Ed) *Exercise Physiology, current selected research*, **3**, AMS Press, Inc., New York.

- Blair, S.N., Kohl, H.W., & Paffenbarger, R.S.(1990). *How much physical activity is good for health?* Annual Review Public Health, 13, 99-126.
- Blimkel, C.J., Ramsay, R.J., sale, D., MacDougall, D., Smith, K., & Garner, S.(1989). *Effect of 10 weeks of resistance training on strength development in pre-pubertal boys.* In : children and Exercise VIII. s. Oseid and K-H. Calsen, eds. champaign, IL: Human Kinetics.
- Borg, G.A.V.(1982). Psychophysical Bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 14, 377-381.
- Bruunsgaard, H. & Pedersen, B.K.(2000). Effects of exercise on the immune system in the elderly population. *Immunology and Cell Biology.* 78, 523-531.
- Cannon, J.G.(1993). Exercise and resistance to infection. *Journal of Applied Physiology,* 74, 973-981.
- Castell, L.M. & Newsholme, E.A.(1998). Glutamine and the effects of exhaustive exercise upon the immune response. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology,* 76(5), 524-532.
- CDC(2005). *Preventing Chronic Diseases: Investing Wisely in Health.* <http://www.cdc.gov>.
- CDC(2006). *Physical Activity and Health Women.* <http://www.cdc.gov>.
- Davidson(1987). Hematological change associated with marathon running. *Int. J. Sports Med,* 8, 19-25. Dishman, R.K., Warren, J.M., Hong, S., Bunnell, B.N., Mougey, E.H., Meyerhoff, J.L., Jaso-Friedmann, L. & Evans, D.L.(2000). Treadmill exercise training blunts suppression of splenic natural killer cell cytotoxicity after footshock. *Journal of Applied Physiology,* 88, 2176-2182.
- Dudley, G.A., Tesch, P.A., Miller, B.J., & Buchannan, P.(1991). Importance of eccentric actions in performance adaptations to resistance training. *Aviat. Space Environ. Med.* 62, 543-550.
- Earle, R.W., & Baechle, T.R.(2004). *NSCA's Essentials of Personal Training.* IL: Human Kinetics.
- Evans, W.J., Meredith C.N., Cannon, J.G., Dinarello, C.A., Frontera, W.R., Hughes, V.A., Jones, B.H., & Knuttgen, H.G.(1986). Metabolic changes following eccentric exercise in trained and untrained men. *Journal of Applied Physiology,* 61, 1864-1868.
- Field, C.J., Gougeon, R., & Marliss, E.B.(1991). Circulating mononuclear cell numbers and function during intense exercise and recovery. *Journal of Applied Physiology,* 71, 1089-1097.
- Fleck, S.J., & Kraemer, W.J.(1997). *Designing resistance training programs.* 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Friman, G. & Ilback, N.(1982). The effect of strenuous exercise on infection with Francisella

- tularensis in rats. *Journal of Infectious Diseases*, 145, 706-714
- Fukatsu, A., Sato, N., & Shimizu, H.(1996). 50-mile walking race suppresses neutrophil bactericidal function by inducing increases in cortisol and ketone bodies. *Life Science*, 58, 2337-2343.
- Gabriel(1992). Immunoregulatory hormones, circulating leucocyte and lymphocyte subpopulations before and after endurance exercise of different intensities. *Int. J. Sports Med.*, 13(5), 359-366.
- Gleeson, M., Cripps, A.W., & Clancy, R.L.(1995). Modifiers of the human mucosal immune system, *Immunol. Cell Biol.* 73, 397-404.
- Gleeson, M., McDonald, W.A., Cripps, A.W., Pyne, D.B., Clancy, R.L., & Fricker, R.A.(1995). The effect on immunity of long-term intensive training in elite swimmers. *Clin Exp Immunol*, 102, 210-216.
- Gray, A.B., Telford, R.D., Collins, M., and Weidemann, M.J.(1993). The response of leukocyte subsets and plasma hormones to interval exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25(2), 186-190.
- Hakkinen, K., Pakarinen, A., & Kyrolainen, H.(1990). Neuromuscular adaptations and serum hormones in females during prolonged training. *Int. J. Sports Med*, 11(2), 91-98.
- Harinath, K., Malhotra, A.S., Pal, K., Prasad, R., Kumar, R., Kain, T.C., Rai, L., & Sawhney, R.C.(2004). Effects of Hatha Yoga and Omkar Meditation on Cardiorespiratory Performance, Psychologic Profile, and Melatonin Secretion. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 10(2), 261-268.
- Herberman, P.B.(1981). Natural Killer(NK) cells and their possible roles in resistance against disease. *Clin Immunol Rev*, 1-14.
- Hines, M.T., Schott, H.C., Bayly, W.M., & Leroux, A.J.(1996). Exercise and immunity: a review with emphasis on the horse. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 10, 280-289.
- Hoffman-Goetz, L., Zajchowski, S., & Aldred, A.(1999). Impact of treadmill exercise on early apoptotic cells in mouse thymus and spleen. *Life Science*, 64(3), 191-200.
- Horotobagi, T., Houmard, J.A., Stevenson, J.R., Fraser, D.D., Johns, R.A., & Israel, R.G.(1993). The effects of detraining in power athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 28(8), 929-935.

- Horstman, D.M.(1976). Acute poliomyelitis relation of physical activity at the time of onset to the course of the disease. *JAMA*, 142, 236-241.
- Imai, T., Seki, S., Dobashi, H., Ohkawa, T., Habu, Y., & Hiraide, H.(2002). Effect of weight loss on T-cell receptor-mediated T-cell function in elite athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 34(2), 245-250.
- Ishida, K., Moritani, T., & Itoh, K.(1990). Changes in voluntary and electrically induced contractions during strength training and detraining, *Eur. J. Appl. Physiol*, 60(4), 244-248.
- Ivanova, N.I. & Talko, V.V.(1981). The Effect of physical loads on the immune systems, *Theoriyai, Paraktika, Fizichesko, Kultury*, 1, 24. *Translation in Soviet Sports Review* 16(4), 208.
- James, A., & Raub, M.S.(2002). Psychophysiologic Effects of Hatha Yoga on Musculoskeletal and Cardiopulmonary Function: A Literature Review. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 8(6), 797-812.
- Kajiura, J.S., MacDougall, J.D., Ernst, P.B., & Younglai, E.V.(1995). Immune response to changes in training intensity and volume in runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(8), 1111-1117.
- Kraemer, W.J., Koziris, L.P., Ratamass, N.A., Häkkinen, K., Triplett-McBrige, N.T., Fry, A.C., Gordon, S.E., Volek, J.S., French, D.N., Rubin, M.R., Gomez, A.L., Sharman, M.T., Lynch, J.M., Izquierdo, M., Newton, R.U., & Fleck. S.J.(2002). Detraining produces minimal changes in physical performance and hormonal variables in recreationally strength-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research* 16(3), 373-382.
- Kraemer, W.J., Dudley, G.A., & Tesch, P.A.(2001). The influence of muscle action on the acute growth hormone response to resistance exercise and short-term detraining. *Growth Home IGF Res*, 11(2), 75-83.
- Lambert, C.P., Flynn, M.G., Braun, W.A., & Mylona, E.(2000). Influence of acute submaximal exercise on T-lymphocyte suppressor cell function in healthy young men. *European Journal of Applied physiology*, 82, 151-154.
- Larrabee, R.C.(1902). Leucocytosis after violent exercise. *Indian Journal of Medical Research*, 2, 76-82.
- Laurel, T. Mackinnon.(2000). Overtraining effects on immunity and performance in athletes.

- Immunology and cell Biology*, 78, 502-509.
- Lemmer, J.T., Hurlbut, D.E., Martel, G.F., Tracy, B.L., Ivey, F.M., Metter, E.J., Fozard, J.L., Fleg, J.L., & B.F. Hurley(1999). Age and gender responses to strength training and detraining. *Med. Sci. Sports. Exerx.*, 32(8), 1505-1512.
- Levando, V.A., Suzdal-Nitskii, S., Pershin, B.B., & Zykov, M.P.(1998). Study of secretory and antiviral immunity in sportsmen. *Sports Training Med Rehab*, 1, 49-52.
- Lewicki, R., Tchorzewski, H., Denys, A., Kowalska, M. & Goinska, A.(1987). Effect of physical exercise on some parameters of immunity in conditioned sportsman. *Int. J. Sports Med*. 8(5), 309-314.
- Mackinnon(1993). *Exercise & Immunology*. Champaign, IL, Human Kinetics.
- Mackinnon, L.T. & Jenkins, D.G.(1993). Decreased salivary immunoglobulins after intense interval exercise before and after training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(6), 141-149.
- Mackinnon, L.T.(2000). Overtraining effects on immunity and performance in athletes. *Immunology and cell Biology*, 78, 502-509.
- Mackinnon, L.T.(2000). Special feature for the Olympic: effects of exercise on the immune system: overtraining effects on immunity and performance in athletes. *Immunal Cell Biol*, 78(5), 502-509.
- Mackinnon, L.T.(2000). Special feature for the Olympic: effects of exercise on the immune system: overtraining effects on immunity and performance in athletes. *Immunal Cell Biol*, 78(5), 502-509.
- Mackinnon, L.T., Ginn, E., & Seymour, G.J.(1993). Decreased salivary immuno-globulin A secretion rate after intense interval exercise in elite kayakers. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.*, 67(2), 180-184.
- Malina, R.M., Bouchard, C., & Bar-Or, O.(2004). *Growth, Maturation and Physical Activity*. IL : Human Kinetics.
- Malm, C., Nyberg, P., Engstrom, M., Sjodin, B., Lenkei, R., Ekblom, B., & Lundberg, I.(2000). Immunological changes in human skeletal muscleand blood after eccentric exercise and multiplebiopsies. *J Physiol.*, 529 Pt 1, 243-162.

- McDowell, S.L., Chaloa, K., Housh, T.J., Tharp, G.D., & Johnson, G.O.(1991). The effect of exercise intensity and duration on salivary immunoglobulin A. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.*, 63(2), 108-111.
- McKenzie T.L.(2001). Promotion physical activity in Youth: *focus on middle school environments*, 53(3), 326-334.
- Moyna, N.M., Acker, G.R., Weber, K.M., Fulton, J.R., Robertson, R.J., Goes, F.L. & Rabin, B.S.(1996). Exercise-induced alterations in natural killer cell number and function. *European Journal Applied Physiology and Occupational Physiology*, 74, 227-233.
- Mujika, I., & Padilla, S.(2000). Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I: short term insufficient training stimulus. *Sports Med*, 30(2), 79-87.
- Narici, M.V., Roi, G.S., & Landoni, L.(1989) Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. *Eur. J. Appl Physiol*, 59, 310-319.
- Nash, H.L.(1987). Can exercise make us immune to disease?. *The Physicist and Sports Medicine*, 250-253.
- Nieman, D.C. (1994). Exercise, upper respiratory tract infection, and the immune system. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(2), 128-139.
- Nieman, D.C., & Nieman S.L.(1991). The effect of acute and chronic exercise on immunoglobulins. *Sports Medicine*. 11, 183-201.
- Nieman, D.C., Berk, L.S., Simpson-Westerberg, M., Arabatzis, K., Youngberg, S., Tan, S. A., Lee, J.W., & Eby, W.C.(1989). Effects of long-endurance running on immune system parameters and lymphocyte function in experienced marathoners. *International Journal of Sport Medicine*, 10, 317-323.
- Ohta, S., Nakaji, K., Totsuka, M., Umeda, T., & Sugavara, K.(2002). Depressed humoral immunity after weight reduction in competitive judoists. *Luminescence*, 17(3), 150-157.
- Pahlavani, M.A., Cheung, T.H., Chesky, J.A., & Richardson, A.(1988). Influence of exercise on the immune function of rats of various ages. *Journal of Applied Physiology*. 64, 1997-2001.
- Pedersen, B.K. & Hoffman-Goetz, L.(2000). Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. *Physiological Reviews*., 80(3), 1055-1081.



- Pederson, B.K., Rohde, T., & Zacho, M.(1996). Immunity in athletes. *L Sports Med Phys Fitness*, 36(4), 2.
- Reyes, M.P. & Lerner, A.M.(1976). Interferon and neutralizing antibody in sera of exercised mice with Coxsackie virus B-3 myocarditis. *Proceedings of The Society for Experimental Biology and Medicine*, 151, 333-338.36-245.
- Roitt, I.M.(1989). B concepts and new aspects of vaccine development. *Parasitology, Suppl*: S7-S12.
- Rowbottom, D.G., & Green, K.(2000). Acute exercise effects on the immune system. *Med Sci Sports Exerc*, 32(7), S396-S405.
- Scharhag, J., Meyer, T., Gabriel, H.H., Schlick, B., Faude, O., & Kindermann, W.(2005). Does prolonged cycling of moderate intensity affect immune cell function? *Br J Sports Med*, 39(3), 171-177.
- Shavit, Y., Terman, G.W., Martin, F.C., Lewis, J.W., & Liebeskind, J.C.(1985). Stress, opioid peptides, the immune system, and cancer. *Journal of immunology*, 135, 834S-837S.
- Shima, N., Ishida, K., & Katayama, K.(2002). Cross education of muscular strength during unilateral resistance training and detraining. *Eur J. appl. physiol*, 86(4), 287-294.
- Smith, L.L.(2003). Overtraining, excessive exercise and altered immunity. *Sports Medecine*, 33(5), 347-364.
- Staron, R.S., Leonardi, M.J., Karapondo, D.L., Malicky, E.S., Falkel, J.E., Hagerman, F.G., & Hikida, R.S.(1991). Strength and skeletal muscle adaptations in heavy-resistance trained women after detraining and retraining. *Journal of Applied Physiology*, 70(2), 631-640.
- Stewart, M.(2003). Yoga. Chicago: The McGraw-Hill Co.
- Tharp, G.D., & Barnes, M.W.(1991). Reduction of saliva immunoglobulin levels by swim training. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 60, 61-64.
- Tran, M.D., Holly, R.G., Lashbrook, J., & Amsterdam, E.A.(2001). Effects of Hatha Yoga Practice on the Health-Related Aspects of Physical Fitness. *Prev Cardiol*, 4(4), 165-170.
- U.S Department of Health and Human Services.(1996). Physical Activity and Health: A report of the Surgeon General. Atlanta, GA: *U.S Department of Health and Human Services, Centers for Disease and Health Promotion*: S/N 17-023-00196-5.
- Umeda, T., Nakaji, S., Shimoyama, T., Yamamoto, Y., & Sugawara, K.(2004). Adverse effects of

energy restriction on changes in immunoglobulins and complements during weight reduction in judoists. *J Sports Med Phys Fitness*, 44(4), 328-334.

Verde, T.J., Thomas, S.G., Moore, R.W., Shek, P., & Shephard, R.J.(1992). Immune responses and increased training of the elite athlete. *Journal of Applied Physiology*, 73(4), 1494-1499.

Wier, J.P., D.J. Housh, T.J. Housh, and L.L. Weir.(1997). The effect of unilateral concentric weight training and detraining on joint angle specificity, cross-training, and the bilateral deficit. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 25, 264-270.

Willmore, J.H., & Costill. D.L.(2000). *Physiology of Sport and Exercise*(2nd ed). Human Kinetics, Champaign, IL. 397-404.



<부록 1>

## 가정통신문

결실의 계절을 맞아 학부모님의 사업번창과 가족의 건강을 기원합니다.

본교에서는 귀 자녀의 건강을 위하여 대상으로 요가프로그램을 실시하고자 합니다. 요가는 심신을 건강하게 가꾸고 최근 사회적으로 각광받고 있는 여자중학생에게 적합한 매우 유익한 운동 프로그램입니다. 이 프로그램은 아무런 기구 없이 요가전문 지도자의 지도로 잘 구성된 프로그램에 의해 8주간, 주당 3회, 1회 50분 정도 무상으로 실시됩니다.

요가프로그램의 강도는 자녀의 체력수준에 따라 쉽게 수행할 수 있는 낮은 강도에서 높은 단계로 나아갑니다. 또한, 요가실시 중 예상하지 않은 신체변화를 대비해 사전 건강검사를 바탕으로 프로그램 종료까지 운동 처방사의 지속적인 관찰이 포함됩니다.

이 프로그램에 앞서 귀댁의 자녀는 몇 가지 건강검사를 무료로 받을 것이며, 건강검사는 '건강관련체력(유연성, 심폐지구력, 근지구력, 체지방률)과 면역기능으로서 운동검사 전과 운동 후에 얼마나 향상되었는지 평가하기 위하여 약 10ml(1회 헌혈량의 1/60정도)의 채혈과 체력을 측정할 것이며 이 검사는 요가프로그램 실시 전과 후 실시 후의 체력과 면역기능의 변화를 알아볼 수 있을 것입니다.

검사를 통하여 얻은 자료는 해당 학생에게 그 결과를 제공하고 학생들의 체력 향상 및 건강증진 요소를 분석하는 데 도움이 될 뿐 아니라 학교에서 체육수업 시간에 유익하게 사용되며, 최종 자료들은 차기 요가 프로그램과 학술 연구에만 사용할 것입니다. 과학적이고 개인별 능력에 맞는 운동 처방으로 자녀의 건강증진에 최선을 다할 것이며, 항상 귀댁 자녀의 건강증진과 체력향상에 최선을 다할 것을 약속드리면서 이에 동의를 구하고자 합니다.

2007년 월

〇〇 중학교장 <직인>

-----절-----취-----선-----

### 요가프로그램 참가 동의서

학번	성명	<인>
보호자	성명	<인>

학교에서 실시하는 요가프로그램에 참가하고자 하오니 허락하여 주시기 바랍니다.

〇〇 중학교장 귀하