

# The Effects of RPE of Step Aerobics on the Immunologic Function of High School Girls

Sun-Ok Kwon\* and Seon-Tae Jeong

Department of Physical Education, Gyeongsang National University, 900 Gaza-dong, Jinju-ci, Kyeongnam, 660-701, Korea

Received January 30, 2010 / Accepted February 20, 2010

Out of the tenth graders of K girl's high school in J city, 24 students whose %fat was over 30% were divided into 3 groups through Purposive Sampling. Groups A and B were exercise groups and C was the control group. Using Borg's RPE (rating of perceived exertion), RPE 15-17 (hard-very hard)  $\times$  3 sets were set up for group A, RPE 11-13 (fairly light-somewhat hard)  $\times$  3 sets were set up for group B, and both groups performed step aerobics (step box: 68cm in length, 28cm in width, 15cm in height, 450g in weight) for 50-60 minutes a day, 3 days a week for 8 weeks in total. This research was conducted to find out the effects of various RPE in step aerobics on the immunologic function (neutrophil, lymphocyte, monocyte, eosinophil, basophil, IgG, IgA, and IgM levels) of overweight female high school students. By using SPSS Ver. 14.0, a repeated two-way ANOVA was conducted to find out the effects of interaction between the groups and time period, paired t-test to evaluate data within each group, and pre- and post experiment difference rates (%diff) to perform one-way ANOVA for group comparisons. The following results were found. As for WBC, within group A, neutrophil, monocyte, basophil, and eosinophil levels increased, while lymphocyte levels remained the same. Within group B, eosinophil levels decreased while neutrophil, lymphocyte, monocyte, and basophil levels showed no differences. Within the control group, neutrophil, basophil, and eosinophil levels decreased while lymphocyte and monocyte levels showed no differences. As for the group comparisons, neutrophil levels increased more in group A than group B and the control group. There were no differences in lymphocyte levels among the three groups. Monocyte levels increased more in group A and B than the control group. Basophil and Eosinophil increased more in group A than group B and the control group. As for immunoglobulin, within group A, the IgG level increased but the levels of IgA and IgM did not change. Within group B, the IgA level increased but the level of IgG decreased, and the level of IgM did not change. Within the control group, the IgG level decreased but the levels of IgA and IgM did not change. As for the group comparisons, the level of IgA increased more in group A than the control group, and the level of IgG increased more in group A than group B and the control group, but levels of IgM among the three groups did not show any difference. In summary, WBC and Ig levels showed that the three groups remained at the reference interval even after the exercise program. However, group A, which performed RPE 15-17 in step aerobics, showed increase in more measured items than the other groups, and this implies that the immunologic function has improved in the range of the reference intervals. Therefore, it will be effective to conduct step aerobics with the RPE 15-17 (hard-very hard) in order to increase the immunologic function.

**Key words** : Step aerobics, RPE, WBC, IgG, IgA, IgM, immunologic function

## 서 론

신체활동이나 계획된 운동 그 자체는 인체의 항상성(homeostasis)을 변화시키는 생리적, 심리적 스트레스 원의 한 유형으로써 인간과 동물의 면역기능에 긍정적 혹은 부정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있지만[34] 운동형태, 대상 등에 따라 그 결과가 상이하게 보고되고 있어 운동을 통한 면역기능 향상은 운동의 형태나 강도에 따라 양상을 달리하게 될 것이다.

모든 고교생이 학습시간에 많은 비중을 두고 있지만 특히 여고생은 남성보다 좌업 행동 경향이 높아[4] 남학생보다 질병의 위험에 쉽게 노출된다는 점을 예측해볼 수 있지만 여고생의 경우, 잘 갖추어진 운동시설과 충분한 운동시간 확보가 불가능하므로 학교 내에서 용이하게 실시할 수 있는 운동 형태의 선택이 관건이 되며 체력향상과 질병에 대한 저항력 증가를 위하여 면역기능의 향상 효과를 얻을 수 있는 측면도 고려함이 바람직할 것이다. 이런 점에서 여러 운동 중에서도 체중 조절의 효과가 이미 알려져 있는 스텝 에어로빅스(step aerobics; SA)는 그다지 큰 공간이나 장비가 필요 없어 학교 내에서 실시가 가능하여 여고생에게 적절한 운동 형태이다. SA는 에어로빅댄스의 새로운 한 형태로 박스를 오르내릴 때 체중을

\*Corresponding author

Tel : +82-55-751-5701, Fax : +82-55-751-5700

E-mail: kwon502@gnu.ac.kr

들어 올리거나 내리면서 하중에 대항하여 운동하는 것을 혼합시킨 것이며 4-12인치(10.2-30.5 cm) 범위 높이의 디딤대나 벤치 위에서 신체전체의 움직임을 사용하며 음악에 맞춰 안무된 동작이 이루어진다[7]. 전형적인 SA는 5-10분 warm-up과 20-30분의 스텝 트레이닝으로 진행되며 그 후 3-5분간 cool-down이 뒤따른다. 트레이닝 강도는 스텝핑의 박자 또는 벤치 높이를 변화시킴으로써 용이하고 running시와 같은 심폐기능을 강화시키는 반면 충격도에 있어서는 walking과 같은 저충격의 에어로빅스이다. 이러한 SA는 주로 주관적 운동강도(Borg's scale, rating of perceived exertion: RPE)로 강도를 설정하는데 RPE는 지구성운동 중에 느끼는 부담도인 피로감을 나타내는 말과 수치(6-19)를 대응시킨 scale을 이용해서 나타낸 것으로써 성인은 이 scale의 수치에 10배하면 그때의 심박수와 거의 일치하도록 작성된 아주 간단한 강도 척도이다. 운동 강도 측면에서 볼 때 면역기능의 증감은 운동의 형태, 강도, 운동량에 따라 다양하게 나타나겠지만[17] 모든 형태의 운동이 인체 내 면역기능의 향상을 유발하는 것이라고 단순히 생각해서는 안 될 것이며, 개개인의 생리적인 특성을 고려하지 않은 갑작스러운 신체활동이나 무리한 운동은 오히려 면역기능의 부조화를 초래하게 된다[28]. 또한 부적절한 운동이나 과도한 운동은 면역학적 항상성을 방해하거나 항체반응을 억제시켜 감염률을 증가시키며 질병상태에서는 증상을 더욱 악화시키거나 심할 경우 합병증을 유발하여 사망할 수도 있다[37]. 이와 같이 운동의 강도에 따른 면역기능은 다른 결과를 초래하게 되며 이러한 결과는 면역기능의 지표로 알 수 있다. 이 지표는 면역기능에 대한 어떤 쪽을 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[47].

세포성 면역(cellular immunity) 체계에 속하는 호중구(Neutrophil)의 경우, 면역기능 지표의 정상범위보다 낮은 감소는 패혈증, 장티푸스, 인플루엔자, 풍진, 악성빈혈 등을 유발시킨다. 반면, 비정상적 증가는 폐렴, 수막염, 골수성 백혈병, 요독증성 및 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[33]. 한편, 항원과 면역계 세포, 탐식세포 등의 숙주조직과의 결합하고 면역글로빈(immunoglobulin)과 결합하는 매개 역할과 항체로서의 기능을 담당하는 체액성 면역(humoral immunity)체계인 면역글로블린(immunoglobulin; Ig)은 IgA (immunoglobulin A), IgG (immunoglobulin G), IgM (immunoglobulin M), IgD (immunoglobulin D), IgE (immunoglobulin E)로 분류되는데 혈중에서는 주로 IgA, IgG, IgM, 점막표면에서는 분비형 IgA가 존재한다[29]. 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 Ig 농도를 증가시킨다고 하지만 상반된 연구가 많고 또 안정 시 운동습관이 없는 일반인과 스포츠 선수의 혈중 면역글로블린 농도는 차이가 없다고 보고되고 있지만 Takao and Takahiro [47]는 운동습관이 없는 사람이 지속적으로 운동을 하면 증가한다고 하였다. 따라서 평소 운동습관이 형성되어 있지 않은 여고생을 대상으로 RPE 강도별 step aerobics에 따른 면역기능 변화를 구명하는 것은 가치 있는 일이라 생각된다.

본 연구는 비만여고생에게 step aerobics를 2가지 RPE로 실시하여 면역기능의 변화를 규명하고 면역기능의 긍정적인 변화를 위한 step aerobics의 효율적인 RPE 수준을 제시하기 위하여 수행되었다.

### 재료 및 방법

#### 연구 대상

J시 소재 K여자고등학교 %fat이 30% 이상인 비만여고생(1학년)을 유의추출법에 의해 운동그룹인 A (RPE 15-17, n=8명), B (RPE 11-13, n=8명)로 통제그룹(CON, n=8명)으로 모두 3그룹으로 구분하여 총 24명을 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. 그들의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

#### 측정 항목 및 방법

##### 측정 항목

면역기능은 백혈구(white blood cell: WBC)에서 호중구(Neutrophil), 림프구(Lymphocyte), 단핵구(Monocyte), 호산구(Eosinophil) 및 호염기구(Basophil)를, 면역글로블린은 IgG, IgA, IgM로 총 8개 항목이었다.

##### 혈액채취 및 분석방법

대상자의 사전검사를 위한 혈액 채취는 채취 전 12시간 공복 상태를 유지하도록 통제하여 익일 오전 08:00에 실시하였고,

Table 1. Physical characteristics of subject

Group (n)	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	%fat (%)
A (8)	15.21±1.22	158.38±4.77	60.90±6.00	34.99±2.29
B (8)	15.17±1.15	160.50±3.35	60.05±8.77	33.88±1.82
Con. (8)	15.14±1.11	158.63±4.15	60.20±4.07	33.43±2.42

Values are mean±standard deviation.

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

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

Con.: control group

사후 혈액 채취도 사전과 같이 행해졌다. 채혈은 앉은 자세에서 약 10 ml를 팔오금중간정맥(median cubital vein)에서 채취하였으며, 이 때 항응고제인 EDTA (Ethyl Diamine Tetra Acetate)와 LFT tube로 처리한 진공 채혈관 튜브를 사용하였다.

호중구, 림프구, 단핵구, 호산구 및 호염기구는 WBC를 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 전기저항의 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%, Basophil는 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 340 nm 파장에서 측정하였다. 채취된 혈액의 분석은 S임상병리검사센터에 의뢰하였으며 IgA, IgG, IgM의 연령별, 성별 참고치는 Table 2와 같다.

**운동 처방**  
**운동형태**

Step aerobics (Fig. 1)를 실시하였으며 통제그룹은 평소대로 일상생활에 임하도록 하였다.

**운동강도**

운동군의 step aerobics 강도는 Borg [1]의 자각적 운동 RPE를 이용하여 A그룹은 RPE 15-17 (hard-very hard; 힘들-매우 힘들), B그룹은 RPE 11-13 (fairly light-somewhat hard; 알맞

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

IgA		IgG		IgM	
age (yr)	range	age (yr)	range	age (yr)	range
Adult	70~400	Adult	700~1600	Adult	700~1600
7~9	34~305	7~9	572~1474	7~9	31~208
10~11	53~204	10~11	698~1560	10~11	31~179
12~13	58~358	12~13	759~1549	12~13	35~239
14~15	47~249	14~15	716~1711	14~15	15~188
16~19	61~348	16~19	549~1584	16~19	23~259



Fig. 1. Step box (Spotop Co., made in Taiwan).

음-약간 힘들)로 설정하였다. RPE의 속지는 프로그램 전 적응기를 이용하여 사전 충분한 교육을 실시하였고, RPE의 강도는 2주마다 측정하여 총 8주간 4회에 걸쳐 조절하였다.

**운동 시간, 빈도, 기간**

1일 60분간, 주 3회(월, 수, 금)로 적응기 1주를 제외하고 총 8주간 실시하였고, 1회 운동 시간은 준비운동 5분, 본 운동 50분, 정리운동 5분으로 설정하여 종목과 세트 간에 1-3분간의 휴식을 두었다.

**운동프로그램**

8주간의 step aerobics 프로그램은 Table 3과 같다.

**자료처리**

SPSS Ver. 14.0을 이용하여 평균값과 표준편차를 산출하였

Table 3. Step aerobics program for 8 weeks

Order	Contents			
Warm-up (5 min)	Stretching & walking			
Main exercise (50 min)	Exercise battery	Intensity		Rest
		A group	B group	
	biceps curl + basic step			
	↓			
	push up + over the top	RPE 15-17	RPE 11-13	
↓				
sway + v step	×3 set	×3 sets	1-3 min (between items & sets)	
↓				
open and close + over the top				
↓				
trunk twist + turn step				
Cool-down (5 min)	stretching			

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

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

Table 4. Changes of WBC & Immunoglobulin A,G,M after 8 weeks step aerobics programs

		time group	pre (M±SD)	post (M±SD)	t-value	%diff (M±SD)	F (Scheffe)	group ×period
Neutrophil (%)	A		50.33±8.88	56.16±8.99	4.037**	12.17±9.08	10.111** (1>2, 3)	11.045**
	B		52.52±5.90	50.40±3.87	-1.387	3.46±8.22		
	Con.		51.17±5.49	44.86±2.50	-2.600*	11.16±13.61		
Lymphocyte (%)	A		38.91±6.53	39.23±6.61	.127	2.55±18.80	0.848 (N.S.)	0.819
	B		37.15±5.58	37.22±6.59	.052	.11±11.08		
	Con.		37.58±7.97	34.80±5.43	-1.845	6.13±9.56		
WBC Monocyte (%)	A		7.46±1.10	8.42±1.42	2.719*	13.25±13.15	6.332** (1, 2>3)	6.191**
	B		8.01±2.06	8.86±1.42	1.334	14.33±23.68		
	Con.		9.06±2.78	7.55±1.34	-2.346	13.50±14.41		
Basophil (%)	A		.40±.19	.55±.20	3.969**	65.62±60.49	12.200*** (1>2, 3)	11.582***
	B		.40±.20	.30±.10	-2.000	18.54±20.99		
	Con.		.43±.27	.36±.21	-2.393*	14.73±18.55		
Eosinophil (%)	A		2.88±3.68	3.36±3.64	3.428*	27.02±24.74	14.124*** (1>2, 3)	10.570**
	B		1.91±.68	1.55±.17	2.662*	17.22±14.03		
	Con.		2.91±2.07	2.32±1.64	2.596*	15.19±15.84		
IgA (mg/dl)	A		141.75±38.63	163.00±59.87	1.739	13.66±20.27	3.757* (1>3)	3.296
	B		171.25±48.31	177.75±48.99	4.082**	4.04±3.35		
	Con.		153.00±39.05	146.87±37.04	-1.407	3.73±7.90		
Ig IgG (mg/dl)	A		1198.62±92.86	1238.62±81.98	3.857**	3.45±2.80	17.194*** (1>2, 3)	17.758***
	B		1162.87±183.99	1097.37±174.38	-4.225**	5.59±3.44		
	Con.		1256.75±175.50	1168.62±178.67	-4.191**	7.02±5.03		
IgM (mg/dl)	A		189.12±90.21	199.12±105.19	1.556	4.02±5.53	3.949 (N.S.)	2.553
	B		152.50±72.16	157.37±69.12	1.264	4.43±5.52		
	Con.		172.12±51.54	167.25±49.99	-1.476	2.65±5.93		

Values are mean±standard deviation. group A: step aerobics RPE 15-17×3 sets, group B: RPE 11-13×3 sets, Con.: control group \*: p<0.05, \*\*: p<0.01, \*\*\*: p<0.001

으며 집단과 시기 간 상호작용의 효과를 알아보기 위하여 repeated two-way ANOVA를, 집단 내 운동프로그램 전후의 차이 검증을 위해 paired t-test를 실시하였고, 집단 간 차이는 변화율을 구하여 one-way ANOVA를 실시하였으며, 사후 검정으로는 Scheffe 방법을 사용하였다. 모든 유의수준은 α=0.05로 설정하였다.

결과 및 고찰

WBC

혈구는 적혈구와 백혈구가 있는데 백혈구는 세포의 크기나 핵의 모양, 원형질 내의 과립(granule)의 유무나 성질로 보아서 몇몇 종류로 나뉘며, WBC는 leukocytes라고 불리고 림프계세포(림프구)와 골수계세포(골수구)로 구분되어 아형에 따라 과립구(granulocytes)인 호중구, 호산구, 호염기구, 무과립구인 림프구와 단구로 분류된다[11].

Neutrophil

호중구는 핵모양이 다양하며 WBC의 50-70% 정도를 차지

하고 백혈구 전체의 수 증가나 감소를 좌우하고 탐색기능도 가진다[10].

많은 선행연구들은 운동 중과 후에 순환호중구의 증가를 보고하고 있으며, 호중구 증가증(neutrophilia)은 운동 중 가장 일반적인 변화의 하나이며[36] 급성 운동에 의해서도 말초 혈중의 호중구 수는 일과성으로 증가하는데 이것은 운동에 따른 혈류 증가와 혈류분포의 변화, 운동에 의한 catecholamine 분비의 증가에 의한 현상이라는 보고[11]도 있다.

본 연구의 호중구는 집단과 시기 간 상호작용이 유의하게 (p<0.01) 나타났고 집단 내 비교에서는 A그룹은 유의하게 (p<0.01) 증가하였으나 B그룹은 변화가 없었고 통제군은 유의하게(p<0.05) 감소하였다. 변화율에 따른 집단 간 비교에서는 A그룹이 B그룹, 통제군보다 더 유의하게(p<0.01) 증가되었다(Table 4).

일반적으로 저강도 운동은 면역기능에 크게 영향을 미치지 못하거나 일시적으로 부정적인 영향을 미칠 수 있고 중등도 운동은 긍정적인 영향을 미치는 것으로 받아들여지고 있으나 [41] 대상이나 운동강도에 따라 다양하게 보고되고 있고[31], 심한 강도의 고강도 운동은 대부분 면역기능을 떨어뜨리는

부정적인 영향을 미치는 것으로 받아들여지고 있다[38]. 본 연구의 대상과 같이 step aerobics를 실시하여 호중구의 변화를 알아 본 연구가 없어 명확한 비교는 어렵지만 대체로 결과를 볼 때 운동 강도가 높게 설정된 A그룹이 호중구 증가에 영향을 미친 것으로 보아 전술한 Saygin 등[41]의 연구와 유사한 긍정적인 결과로 보인다. 또한 Sengar 등[44]은 단시간 또는 1회성 운동은 면역기능을 일시적으로 억제하는 경향이 있지만 장기간 지속적인 운동은 일시적으로 유의한 변화를 일으키거나 또는 호중구 기능을 강화하여 면역기능을 강화시킨다고 보고하여 본 연구에서 강도가 가장 높게 설정된 A그룹의 8주간 규칙적인 step aerobics 실시 효과를 뒷받침 해주고 있다. 또한 본 연구 대상과는 차이가 있지만 오상덕[35]은 중년과 노인 63명을 대상으로 6개월간 50-60%HRmax로 걷기운동을 실시하여 운동군의 호중구 증가를 확인하였다. 특히 운동을 통한 호중구 증가는 일반적으로 일과성으로 운동 후 45분에서 2시간 사이에 운동 전 수준으로 되돌아가는 것으로 알려져 있으므로[12] A그룹의 호중구 증가 현상은 운동면역학에서 강조되는 것처럼 일시적인 급성이나 일과성보다는 8주간의 규칙적인 step aerobics 후에 면역체계의 구조와 기능이 변화하는 만성적인 적응(chronic adaptation) 현상에서 비롯된 것으로 생각되며 이러한 호중구 증가는 일반적 감염과 염증반응에 저항력을 높여 줄 것으로 본다.

#### Lymphocyte

림프구는 면역체계에 매우 중요한 백혈구의 한 유형으로 사람에게서는 림프구가 전체 백혈구 수의 20-30%를 차지하며 림프구에는 B림프구와 T림프구, 또는  $\beta$ 세포와 T세포라는 2가지 기본유형이 있다[12]. 이러한 림프구는 T림프구, B림프구, 자연살해세포(natural killer cell; NK cell) 등이 있으며, 바이러스성 질환에 대한 면역기능이나 알레르기에 관여한다[45].

본 연구의 대상과 운동 형태가 다소 차이는 있지만 이호성[23]은 고령자를 대상으로 1일 60-90분, 주 2일(지구성운동 1일, 저항성운동 1일), 12개월간 실시하여 림프구의 아집단인 T세포와 NKT 세포(natural kill T cell)가 유의하게 증가되어 고령자의 면역기능 유지와 향상을 확인하여 운동이 림프구의 증가를 가져온다고 보고하였고, 엄우섭 등[9]도 대학생 32명(남)을 대상으로 운동 강도별(저, 중, 고강도)로 12주간 유산소 운동을 실시하여 림프구 아형의 변화를 알아본 결과 저·중 강도에서는 림프구 아형의 긍정적 변화가 있었다고 보고하였다. 하지만 Bruunsgaard와 Pedersen [2]은 본 연구와 운동 형태가 유사한 15주 동안 걷기 운동(5일/주, 60%HRmax, 43분/회)을 실시하였을 때, 안정 시 림프구는 트레이닝 전보다 6주 후에 유의하게 감소하였으며, 15주 후에도 유의하지는 않았지만 트레이닝 전보다 감소한 것으로 나타났다고 하여 증가와는 다른 양상을 보였다. 이렇듯 본 연구에서도 집단과 시기 간 상호작용 효과, 집단 내 비교, 집단 간 변화율 모두 차이가

없었는데 이것은 운동형태나 운동 강도 운동 기간에 따라 결과가 다르게 나타나고 림프구의 특성상 짧은 기간의 운동에는 원래의 수준으로 되돌아가는 특성 때문인 것으로 생각된다. 신희수[45]도 65-70%HRmax의 강도로 여성 고령자가 1회성 유산소운동을 할 경우 유의하게 증가하였다가 이후에는 림프구가 감소한다는 보고를 한바 있으며 Takao와 Takahiro [47]도 급성의 강한 운동에서는 림프구의 아형인 세포 상해성 T cell과 NK cell이 일과성으로 증가하며 특히 NK cell의 활성은 급성 운동에 의해서 일시적으로 증가하고 그 후에는 운동 직전보다 저하하며, 운동 습관이 있는 자는 없는 자에 비해 NK cell 활성이 높고 지속적인 운동은 NK cell 활성을 증가시킬 가능성이 있다고 보고하여 장기간의 step aerobics를 실시한다면 림프구의 증가를 가져올 것으로 예상된다. 특히 운동을 통한 림프구나 아형을 증진시키기 위한 대부분의 보고는 중증도의 규칙적인 운동이 내분비 호르몬의 생산을 증가시킴으로써 면역반응이 증가되어 림프구의 증식을 활성화시킨다[2,46]고 보고하고 있어 본 연구의 A그룹의 경우에는 step aerobics가 중증도의 강도로 설정되어 있어 실시 기간이 길어지면 림프구의 증가를 초래할 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 대체로 운동에 의한 림프구의 변화 결과는 연구 결과는 연구자에 따라 차이가 있으며 운동 형태나 강도, 시간, 대상 등에 따라 림프구의 증감은 다양하게 나타나[47] 향후 림프구에 대한 많은 연구가 필요할 것으로 본다.

#### Monocyte

전체 WBC의 3-7%의 비율을 차지하는 단구는 조직 내 침입 세균을 소화시키는 중요한 방어역할을 맡고 있는 식세포로서 WBC의 종류 중에서 가장 크고 탐식기능과 세균 및 암세포의 성장을 억제하거나 죽이며 혈관생성을 자극하고 상처를 치유하며 림프구에 항원을 제공하는 기능을 가진다[10].

단구는 4가지 아형과 세 가지 수용체(CD64, CD45, HLA-DR)가 있으며[45], Takayuki와 Ichiro [48]는 운동에 의해서 크게 변동하지 않으며, 고강도의 운동일 때 말초혈 중 세포수가 약간 증가한다고 하였고, 이한[22]은 일반인을 대상으로 70%VO<sub>2</sub>max의 강도로 90분간 운동을 수행한 결과, 유의한 변화가 없었다고 했고, 이미 Edwards 등[8]은 운동으로 인해 단구 수가 증가된다고 보고하여 운동에 따른 단구의 변화에 대해서는 아직 명확하지 않은 상태이다[34].

본 연구의 단구 결과는 집단과 시기 간 상호작용이 유의하게( $p < 0.05$ ) 나타났고 집단 내 비교에서는 A그룹은 유의하게( $p < 0.01$ ) 증가하였으나 B그룹과 통제군은 차이가 없었다. 변화율에 따른 집단 간 비교에서는 A, B그룹이 통제군보다 유의하게( $p < 0.01$ ) 증가하였다. 신희수[45]는 본 연구의 대상자와 운동 형태는 차이가 있지만 6명의 여성 고령자를 대상으로 운동 강도별(저, 중, 고강도)로 90분간 일과성으로 댄스스포츠를 실시한 결과, 운동 전보다 후가 중, 고강도 집단에서 유의한

증가가 나타났다고 보고하였고, 이재호[25]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. 오상덕[35]도 중년과 노인 63명을 대상으로 6개월간 HRmax 50-60%로 걷기운동을 실시하여 운동군의 단구 증가를 확인하였고, 사이클 선수를 대상으로 4시간동안 사이클 운동을 실시한 결과 단구가 증가하였다는 보고[43]도 있다. 이러한 보고들은 본 연구의 결과와 유사하지만 유도선수를 대상으로 20일간 고강도 유도훈련을 실시한 결과 단구에 변화가 없었다는 보고[13], 5주간 중정도 강도로 유산소 트레이닝을 실시한 결과 감소하였다는 보고[39], 비만여성을 대상으로 8주간 식사제한과 운동을 실시한 결과 식사만 제한한 군에서 단구 비율이 감소하였다는 보고[41]도 있다. 이러한 연구들을 볼 때 A그룹의 단구증가는 고강도에 가까운 step aerobics의 실시로 나타난 긍정적인 현상은 아니지만 단구가 감염에 대한 저항, 질환 시 증가하는 특성을 가지므로 장기간 적절한 강도의 운동을 통하여 면역기능이 조화를 이루게 되면 단구 수는 감소할 수 있다고 생각된다. 단구가 고강도 및 지구성 운동 시 혹은 운동 후에 현저히 증가하는 것은 일반적으로 외상, 신체운동 후 일어나는 특성을 가지며 이것은 운동 후 단구가 cytokine을 분비하고 순환계로 이동하기 때문에 체력수준과 운동 기간에 영향을 받는 것으로 예측할 수 있을 것이다[30].

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 수일간에 걸쳐 감소하는 특성을 보이는 것으로 알려져 있다[30]. 따라서 집단 간 비교 결과를 통해서 볼 때 B그룹과 통제그룹이 A그룹보다 단구 수가 유의하게 증가하지 않았던 것은 step aerobics의 강도가 단핵구의 변화를 유발할 정도로 인체 내 손상이나 저산소증 유발할 정도의 수준이 아니었던 것으로 생각되며 A그룹의 경우 장기간 규칙적으로 step aerobics를 실시한다면 단구의 변동 수준의 폭을 낮게 되어 면역기능의 향진에 도움을 줄 것으로 생각된다.

#### 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[20]. 호염기구는 골수에서 2-7일간 성숙한 후 말초혈액 내에서 약 2주까지 순환한다[12].

본 연구의 호염기구는 집단과 시기 간 상호작용이 유의하게 ( $p < 0.001$ ) 나타났고 집단 내 비교에서는 A그룹은 유의하게 ( $p < 0.01$ ) 증가하였으나 B그룹은 변화가 없었고 통제군은 유의

하게 ( $p < 0.05$ ) 감소하였다. 변화율에 따른 집단 간 비교에서는 A그룹이 B그룹과 통제군보다 유의하게 ( $p < 0.05$ ) 증가하였다. 운동 후의 호염기구의 변화에 대한 연구 결과가 많지 않아 운동이 호염기구에 미치는 영향을 명확하게 비교할 수는 없지만 나재철[34]은 운동 후에 호염기구는 증가하거나 변화가 없다고 보고하였고, 이재호[26]는 %fat 35%이상인 비만 여고생을 대상으로 유산소성 저항운동을 10주간 50-80분간 실시한 결과, 호염기구의 변화가 없었다고 보고하였으며 조영주 등[15]은 1일 운동시간이 3-5시간, 주당 6일 동안 주당 18-30시간의 고강도의 훈련을 실시해 온 축구, 유도, 씨름선수(21명, 19-24세)와 일반학생 7명을 대상으로 Wingate anaerobic power test (30초간 1회성 고강도)를 실시한 결과, 호염기구가 운동 전·후 차이가 없었고 그룹간에서도 차이가 없었다고 보고하였다. 이러한 결과들을 볼 때 A그룹이 B그룹과 통제군에 비해 호염기구의 유의한 증가는 step aerobics의 강도에 따른 변화라기보다는 집단의 개인차로 생각되며 알려진 바에 의하면 호염기구의 수적증가가 알레르기 비염 혹은 알레르기 천식과 관련[18]이 있는 것으로 보아 호산구의 증감이 여러 가지 요인에 의해 좌우된다는 것을 암시하며, 호염기구는 가장 숫자가 적은 과립구로서 운동에 대한 면역반응에 대한 기여도가 잘 알려져 있지 않아 차후 많은 연구가 필요할 것으로 본다.

#### Eosinophil

호산구는 말초 WBC의 약 2%를 차지하며 정상인에서는 5% 미만으로 관찰되며 cytokine과 염증 반응에 직접적인 조절 기능을 갖는 여러 기능을 담당하고 기도 질환을 포함한 염증 반응에서 항원제시 세포로서의 역할을 수행한다[6]. 호산구의 세포 내 살균기능은 호중구보다 덜하지만 기생충감염, 알러지성질환이나 기관지천식 등의 과민성질환이 있을 때 증가하며, Cushing's disease이나 부신피질자극호르몬(Adrenocorticotrophic hormone; ACTH) 투여 후와 스트레스, 중증감염, 화상, 쇼크, 스테로이드 사용 시에는 감소한다[14,50]고 알려져 있지만 이에 대한 정확한 메커니즘은 밝혀진 바가 없다.

호산구의 본 연구 결과는 집단과 시기 간 상호작용이 유의하게 ( $p < 0.01$ ) 나타났고 집단 내 비교에서는 A그룹은 유의하게 ( $p < 0.05$ ) 증가하였으나 B그룹과 통제군은 각각 유의하게 ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.05$ ) 감소하였다. 변화율에 따른 집단 간 비교에서는 A그룹이 B그룹과 통제군보다 유의하게 ( $p < 0.001$ ) 증가하였지만 세 그룹 모두 운동 전·후 정상 범위인 0.0-7.0% 안에 머물고 있어 명확하게 step aerobics를 통한 A그룹의 효과를 규명하기가 어려웠다. 본 연구와 대상은 다르지만 운동 형태가 유사한 성인(남) 6명을 대상으로 60%VO<sub>2</sub>max로 90분간 자전거 에르고메터를 실시하여 유산소 운동 시 면역기능을 알아 본 이한[22]의 연구도 호산구가 운동지속 시간에 따라 점차 증가하였지만 통계적으로 유의하지 않았다고 보고하였다. 그

러나 A그룹의 B그룹과 통제군보다 유의한 호산구 증가는 최근까지 호산구의 운동 시 변화에 대한 선행연구가 없어 명확하게 이러한 증가에 대한 논의가 어렵지만 면역기능의 활성화에 기여하는 것으로 생각된다. 물론 호산구의 증가가 기관지 천식 등이 나타날 때 일어난다는 선행연구를 볼 때 A그룹의 RPE가 15-17로 힘들-매우 힘들로 설정되어 있어 고강도 운동이 갖는 상기도 감염 등의 발현도 호산구 증가 요인으로 배제할 수는 없지만 분명한 것은 통제군을 포함한 B그룹의 RPE는 질병이나 스트레스보다는 신체 내 면역기능에 미치는 자극이 낮아 호산구의 증감을 유도하지 못한 것으로 생각된다. 따라서 향후 연구는 다양한 강도와 step aerobics의 기간을 늘여서 그 결과를 알아보는 것이 필요할 것으로 생각된다.

#### Immunoglobulin

Ig는 IgA, IgD, IgG, IgE, IgM의 5종이 있고[10,12] 혈중에서는 주로 IgA, IgG, IgM, 점막표면에서는 분비형 IgA가 존재하며[39] IgA는 혈청 중에서 IgG의 약 1/6밖에 존재하지 않지만 소화관이나 기도의 분비액, 타액, 초유, 눈물 등의 분비물 중에 들어 있는 항체의 주성분이 되고 있으며 IgG는 혈청 중에 가장 다량으로 존재하는 Ig로 항원자극 후 접촉적으로 생산되고 자극의 반복에 의해 생산량의 증가가 현저해 우리 몸과 가장 밀접한 관계를 가지고 있는 것으로 알려져 있다[12]. IgM은 Ig 중 다른 종류의 것에 비해 분자량이 약 5배이고, 면역학적 활성도가 높기 때문에 초기에 중요한 역할을 하는 항체이며, 보체를 활성화시키고 항원 응고 기능을 한다. 혈청의 IgA, IgG, IgM의 저하는 원발성 면역 부진 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 외관상의 증가이다[44]. 본 연구의 IgA는 집단과 시기 간 상호작용은 유의하지 않았지만 집단 내에서는 B그룹은 유의하게( $p < 0.01$ ) 증가하였고 A그룹과 통제군은 차이가 없었다. 변화율에 따른 집단 간 비교에서는 A그룹이 B그룹과 통제군보다 유의하게( $p < 0.05$ ) 증가하였다. IgG는 집단과 시기 간 상호작용이 유의하게( $p < 0.01$ ) 나타났고 집단 내 비교에서는 A그룹은 유의하게( $p < 0.01$ ) 증가하였으나 B그룹과 통제군은 각각 유의하게( $p < 0.01$ ,  $p < 0.01$ ) 감소하였다. 변화율에 따른 집단 간 비교에서는 A그룹이 B그룹과 통제군보다 유의하게( $p < 0.001$ ) 증가하였다. IgM은 집단과 시기 간 상호작용 효과, 집단 내 비교, 집단 간 변화율 모두 차이가 없었다.

본 연구의 결과로 볼 때 Ig의 결과들은 운동 유·무나 운동 강도에 따라 균일적이지는 않지만 IgM을 제외하고 운동 강도가 가장 높았던 A그룹이 다른 그룹에 비해 우수한 증가를 보였다. 일반적으로 운동에 대한 혈청 Ig는 점증적 최대운동과

격렬한 최대 운동에서 증가하지만 매우 격심한 운동과 탈진적 훈련에서는 감소하는 등 운동과 관련해 Ig는 변화의 상반성과 다양성을 지니고 있다[29,34]. 운동과 관련된 Ig에 관한 대부분의 연구들은 격렬한 지구력 운동 후에 IgG, IgM 농도가 감소된다고 보고되었고 중강도 운동은 순수 타액 IgA, IgG, IgM 농도에 영향이 없는 것으로도 보고되었다[12]. 이와 같이 운동 강도가 중등도 이상이었던 A그룹의 Ig 증가는 경우에 이미 일반화된 연구들의 결과와 견해를 같이하며 통제군보다는 긍정적인 결과를 가져왔다. 김영준과 김주혁[19]은 중년여성(12명)을 대상으로 12주간, 주 5일간, 1일 50분간 수영을 실시하여 Ig의 변화를 알아 본 결과 IgG가 통제군은 변화가 없었지만 운동그룹은 유의하게 증가하였다고 보고하였고 조준용 등[5]도 규칙적인 운동 실시 3집단을 운동 실시 시간으로 구분하여 Ig의 변화를 비교한 결과 IgG가 습관적 운동시간에 따라 유의한 차이가 있었다고 보고하였다. 이호성[22]도 24개월 동안 고령자(20명)를 대상으로 주 2회, 1일 90분간 지구성운동과 저항운동을 번갈아 실시하여 운동군의 IgA의 유의한 증가를 확인하였다. 이러한 Ig의 증감치는 다양한 원인에 의해 좌우되므로 어떤 변인에 의해 나타나는지는 불분명하며 특히 규칙적인 운동 경험이 많지 않은 비만여고생에게 있어서는 step aerobics 뿐만 아니라 어떤 운동일지라도 단기간에 고강도로 실시할 경우 운동 후에 면역억제를 가져와 면역계 성분들이 부정적으로 변화될 것[31]으로 예상된다. 그 이유 중의 하나는 바로 엘리트 선수들의 overtraining이 상기도 호흡부 감염(URTI)과 스트레스에 대한 저항력을 저하시켜 면역억제를 유발시킨다는 메커니즘에서 찾아볼 수 있다[38]. 이러한 고강도 운동이나 격렬한 운동에 의한 면역기능 저하의 메커니즘은 스트레스호르몬, 그 중에서도 특히 글루코코르티코이드(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. 따라서 이러한 운동의 결과로 나타나는 Ig의 증감은 많은 연구가 필요하지만 중등도의 적절한 운동은 면역기능을 향상시키며[3,27], 적절한 운동훈련에 대한 혈청 Ig 반응 활성화하여 혈청 Ig 수준의 적당한 증가를 유발시킨다[12]는 것이 지배적이다. 고강도 운동을 실시하여 Ig의 증감을 알아 본 연구들은 대체로 감소를 보고하고 있고 이러한 Ig의 감소는 면역기능의 약화를 의미하므로 운동유발성 면역억압을 예방하거나 전환할 수 있는 트레이닝과 관리전략이 필요하다고 변재철[3]은 지적하였다.

한편 본 연구의 IgM의 경우 모든 그룹이 집단 내, 집단 간에서 차이가 없었는데 지금까지 비만여고생을 대상으로 step aerobics를 실시하여 Ig를 알아 본 연구가 전무하여 본 연구와 결과를 비교해 볼 수는 없지만 이배익[21]은 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. 그러나 박철휘와 장인현[36]은 중년여성 20명을 대상으로 주 3-4회, 총 12주간 60%HRmax로 복합운동을 실시하여 IgG, IgA, IgM의 변화를 알아 본 결과 IgM의 유의한 증가를 확인하였고, 전태원 등[16]도 중년여성(50-64세) 16명을 대상으로 1일 60분간, 주 3회, 12주간 15RM×3 sets의 복합운동을 실시하여 IgM의 유의한 증가를 확인하였다.

이러한 결과들은 IgM의 증감이 강도나 운동 형태, 대상자에 따라 상이하게 나타난다는 것을 시사한다. 결과적으로 볼 때 본 연구에서 A그룹의 IgM을 제외한 긍정적인 증가는 중등도의 적절한 운동은 내분비 호르몬의 생산을 증가시킴으로써 면역반응이 향상되어 림프구나 Ig 수준을 활성화시켰다[2,46]고 볼 수 있으며 이것은 곧 step aerobics 프로그램의 운동 강도의 적절성에서 이루어진 것으로 생각된다. 물론 본 연구의 step aerobics와 면역기능의 관련성에 대해 기존 연구가 많지 않아 보다 명확한 비교가 어렵지만 Ig 수준 향상을 위한 비만 여고생의 step aerobics의 강도는 너무 가볍거나 약한 것보다는 다소 강한 자극을 줄 수 있는 RPE 15-17의 수준이 효과적인 것으로 생각된다.

## References

- Borg, G. A. V. 1982. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.* **14**, 377-381.
- Brunnsgaard, H. and B. K. Pedersen. 2000. Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: effects of exercise on the immune system in the elderly population. *Immunology and Cell Biology* **78**, 523-531.
- Byun, J. C. 2003. Effects of heart rate, hormone and immunity on the swimming training. *Korea Sports Research* **14**, 487-498.
- Centers for Disease Control and Prevention, Physical activity and health women. <http://www.cdc.gov>.
- Cho, J. Y., K. S. Lee, and C. H. Yang. 2002. The Effects of mental stress levels and recreational exercise on T - cell, NK - cell and immune function. *Korean Society for History of Physical Education, Sport and Dance* **17**, 365-377.
- Choe, Y. H. and Y. C. Lee. 2008. Physiology of eosinophil. *Tuberculosis and Respiratory Diseases* **64**, 1-7.
- Edward, T. H. and B. D. Franks. 2002. *Health fitness instructor's handbook* (3rd eds.). Human Kinetics, IL.
- Edwards, A. J., T. H. Bacon, C. A. Elms, R. Verardi, M. Felder, and S. C. Knight. 1984. Changes in the populations of lymphoid cells in human peripheral blood following physical exercise. *Clin. Exp. Immunol.* **58**, 420-428.
- Eom, W. S., H. K. Seo, K. L. Kim, D. G. Lee, I. R. Park, S. T. Park, E. K. Kim, H. J. Kang, and S. J. Kang. 2004. The Effect of 12 weeks aerobic Training with different Exercise Intensity on Lymphocyte Subset. *The Korean Journal of Physical Education* **43**, 481-494.
- Goldsby, R. A., T. J. Kindt, B. A. Osborne, and J. Kuby. 2006. *KUBY immunology*. W.H. Freeman and Company, New York.
- Hiroimi, M., H. Syukou, and O. Hideki. 2001. Inflammatory response and immune response due to exercise. *Journal of Human Movement Science* **51**, 134-137.
- Hong, I. S., C. J. Lee, Y. H. Ko, D. S. Shin, S. M. Kim, D. J. Roh, and C. S. Lee, 2008. Effects of Yoga on the immunologic function in girl's middle school students. *Journal of Exercise and Sport Science* **14**, 37-53.
- Imai, T., O. Seki, S. Dobashi, H. Ohkawa, T. Habu, and H. Hiraide. 2002. Effect of weight loss on T-cell receptor-mediated T-cell function in elite athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* **34**, 245-250.
- Jang, A. S. 2006. Eosinophil and pulmonary disease. *Korean J. Asthma. Allergy Clin. Immunol.* **26**, 17-18.
- Jo, Y. J., J. C. Byun, and S. M. Hong. 2003. Effects of serum lipids level and immune responses on anaerobic exercise. *Korea Sports Research* **14**, 583-595.
- Jun, T. W., K. S. Park, and D. I. Seo. 2008. Effects of dom-bined exercise training on endocrine system and immunoglobulin in middle aged women. *Korean Society of Exercise Physiology* **17**, 157-162.
- Kajiura, J. S., J. D. MacDougall, P. B. Ernst, and E. V. Younglet. 1995. Immune response to changes in training intensity and volume in runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise* **27**, 1111-1117.
- Kim, H. H. 2002. Lecture of Medical Science : Human Basophil. *The Korean Academy of Pediatric Allergy and Espiratory Disease* **12**, 71-81.
- Kim, Y. J. and J. H. Kim. 2000. Effects of swimming exercise on immunoglobulin in middle aged women. *Korea Sports Research* **11**, 183-191.
- Laurel, T. and M. T. Mackinnon. 2000. Overtraining effects on immunity and performance in athletes. *Immunology and Cell Biology* **78**, 502-509.
- Lee, B. I. 2001. The Effect of 12 weeks' training by resistance training intensity on immunoglobulin in middle aged women. *Korea Sports Research* **12**, 551-558.
- Lee, H. 2001. The effects of climatic condition and endurance training on immune cells and stress hormones. *The Korean Journal of Physical Education* **40**, 683-692.
- Lee, H. S. 2006. Effects of 12 months of exercise training on lymphocyte subsets in the elderly humans. *Journal of Exercise and Sport Science* **15**, 173-179.
- Lee, H. S. 2009. Effects of 24 months of exercise training on salivary secretory IgA in the elderly humans. *Korean Society of Exercise Physiology* **18**, 361-368.
- Lee, J. H. 2001. The effects of endurance exercise training on the change of immune cells during submaximal exercise. *The Korean Journal of Physical Education* **40**, 887-894.
- Lee, J. H. 2004. Physical Science: Effect of circuit aerobic weight training on immunity function and body composition in obese high school girl. *Korea Sports Research* **15**, 2045-2053.
- Lee, J. I. 2006. Effects of walking exercise intensities on fatigue, serum lipids and immune function among mid-



- dle-aged women. *Journal of Korean Academy of Nursing* **36**, 94-102.
28. Lee, S. J. 2002. *Effects of high-intensity endurance exercise on the immune functions in rats*. Master's Degree Thesis, Korea University, Seoul, Korea.
  29. Lee, S. Y., S. J. Ko, and S. A. Zhang. 2006. The immunoglobulin concentration of horse riders during horse riding. *Korea Sport Research* **17**, 245-252.
  30. Mackinnon, L. T. 1999. *Exercise and cytotoxic cell*. In *Advances in exercise immunology*, Human Kinetics, Champaign.
  31. Mackinnon, L. T. 2000. Special feature for the Olympic: effects of exercise on the immune system: overtraining effects on immunity and performance in athletes. *Immunol. Cell Biol.* **78**, 502-509.
  32. McDowell, S. L., K. Chaloa, T. J. Housh, G. D. Tharp, and G. O. Johnson. 1991. The effect of exercise intensity and duration on salivary immunoglobulin. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* **63**, 108-111.
  33. McDowell, S. L., K. Chaloa, T. J. Housh, G. D. Tharp, and G. O. Johnson. 1991. The effect of exercise intensity and duration on salivary immunoglobulin A. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* **63**, 108-111.
  34. Na, J. C. 2002. *Exercise Immunology*. Dae Kyung Books, Seoul.
  35. Oh, S. D. 2005. The effects of long-term aerobic training on immune system in older adult. *Korean Journal of Sport Science* **14**, 77-85.
  36. Park, C. H. and I. H. Chang. 2009. Effects of the hapkido-pilates exercise on the health related physical fitness, serum lipid, immune globulin and cytokine concentrations in middle-aged women. *Korean Society of Exercise Physiology* **18**, 193- 202.
  37. Pedersen, B. K. and A. D. Toft. 2000. Effects of exercise on lymphocytes and cytokines. *British Journal of Sports Medicine* **34**, 246-251.
  38. Pedersen, B. K. and L. Hoffman-Goetz. 2000. Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. *Physiological Reviews* **80**, 1055-1081.
  39. Peter, P. 2009. *The Immune System*. Garland Science, New York.
  40. Peters, C., H. Lotzerich, B. Niemeir, K. Schule, and G. Uhlenbruck. 1995. Exercise, cancer and the immune response of monocytes. *Anticancer Res.* **15**, 175-179.
  41. Saygin, O., K. Karacabey, R. Ozmerdivenli, E. Zorba, F. Ilhan, and V. Bulut. 2006. Effect of chronic exercise on immunoglobulin, complement and leukocyte types in volleyball players and athletes. *Neuro Endocrinol Lett.* **25**, 271-276.
  42. Scanga, C. B., T. J. Verde, A. M. Paolone, R. E. Andersen, and T. A. Wadden. 1998. Effects of weight loss and exercise training on natural killer cell activity in obese women. *Med. Sci. Sports Exerc.* **30**, 1666-1671.
  43. Scharhag, J., T. Meyer, H. H. Gabriel, B. Schlick, O. Faude, and W. Kindermann. 2005. Does prolonged cycling of moderate intensity affect immune cell function? *Br. J. Sports Med.* **39**, 171-177.
  44. Sengar, M., M. Bhutani, D. Aggarwal, and V. Kochupillai. 2006. Cancer treatment: role of Yoga, naturopathy and prayer. *Health Administrator* **17**, 151-157.
  45. Shin, H. S. 2004. Effects of immune functions on exercise intensity in the elderly women over 70. *The Korean Journal of Physical Education* **43**, 967-974.
  46. Smith, L. L. 2003. Overtraining, excessive exercise and altered immunity. *Sports Medicine* **33**, 347-364.
  47. Takao, A. and W. Takahiro. 2001. Conditioning and immunity of athletes. *Journal of Health, Physical Education and Recreation* **51**, 119-123.
  48. Takayuki, A. and K. Ichiro. 2001. Immune response during sports activity. *Journal of Health, Physical Education and Recreation* **51**, 113-118.
  49. Tefferi, A. 2005. Blood eosinophils: a new paradigm in disease classification, diagnosis, and treatment. *Mayo. Clin. Proc.* **67**, 567-578.
  50. Wilkins, H. J., M. M. Crane, K. Copeland, and W. V. Williams. 2005. Hypereosinophilic syndrome: an update. *Am. J. Hemato.* **35**, 1235-1243.

## 초록 : Step aerobics의 RPE가 여고생의 면역기능에 미치는 영향

권선옥 · 정선태

(경상대학교 체육교육과)

J시 소재 K여자고등학교 1학년 중에서 %fat이 30% 이상인 24명을 유의추출법에 의해 운동그룹 A (8명), B (8명) 그룹과 통제그룹(8명)으로 3그룹으로 구분하여 Borg의 주관적운동강도를 이용, A그룹은 RPE 15-17 (hard-very hard; 힘들-매우 힘들)×3 sets, B그룹은 RPE 11-13 (fairly light-somewhat hard; 알맞음-약간 힘들)×3 sets로 설정하여 step aerobics (step box: 길이 68 cm, 폭 28 cm, 높이 15 cm, 무게 450 g)를 1일 50-60분간, 주 3회(월, 수, 금)로 총 8주간 실시하였다. 본 연구는 step aerobics의 RPE가 비만 여고생의 면역기능(Neutrophil, Lymphocyte, Monocyte, Eosinophil, Basophil, IgG, IgA, IgM)에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보는 것이었다. 자료처리는 SPSS Ver. 14.0을 이용하여 집단과 시기 간 상호작용의 효과를 알아보기 위하여 repeated two-way ANOVA를, 집단 내 운동 전·후는 paired t-test를 실시하였고, 집단 간은 변화율(% diff.)을 구하여 one-way ANOVA를 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다. WBC에서, 집단 내 비교에서 A그룹은 Neutrophil, Monocyte, Basophil, Eosinophil 모두 증가하였으나 Lymphocyte는 변화가 없었고, B그룹은 Eosinophil은 감소하였으나 Neutrophil, Lymphocyte, Monocyte, Basophil 모두 변화가 없었으며, 통제군은 Neutrophil, Basophil, Eosinophil은 감소하였으나 Lymphocyte와 Monocyte는 변화가 없었다. 집단 간 비교의 Neutrophil은 A그룹이 B그룹과 통제군보다 더 많이 증가하였고, Lymphocyte는 집단 간 차이가 없었으며, Monocyte는 A, B그룹이 통제군보다 많이 증가하였다. Basophil과 Eosinophil은 A그룹이 B그룹과 통제군보다 더 많이 증가하였다. Immunoglobulin에서, 집단 내 비교에서 A그룹은 IgG는 증가하였으나 IgA와 IgM는 변화가 없었고, A그룹은 IgA는 증가하였으나 IgG는 감소하였고 IgM은 변화가 없었다. 통제군은 IgG은 감소하였으나 IgA와 IgM은 변화가 없었다. 집단 간 비교의 IgA는 A그룹이 통제군보다 증가하였고, IgG는 A그룹이 B그룹과 통제군보다 증가하였으나 IgM은 집단 간 차이가 없었다. 요약하면 세 집단 모두 운동프로그램 전·후의 WBC와 Ig 수준이 연령에 맞게 참고치 내의 수준에 머물렀지만 step aerobics를 RPE 15-17로 실시한 A그룹의 경우가 가장 많은 측정항목에서 증가를 보였고, 이 결과는 참고치 범위 내에서 면역기능의 향진을 보여주는 것으로 면역기능의 향상을 위한 step aerobics의 RPE 강도는 힘들-매우 힘들(15-17)의 수준으로 실시하는 것이 효과적인 것으로 생각된다.