

급성적인 최대 유·무산소 운동이 면역반응에 미치는 영향 The effects of immune response on maximal aerobic and anaerobic exercise

김권섭*
Kwon-Sup Km*

<Abstract>

The purpose of this study is to examine the effect of the acute aerobic and anaerobic exercise on immune response. Fourteen university soccer players are sampled and divided into two groups -- one group of seven for aerobic exercise, the other for anaerobic exercise. The one group of aerobic exercise went through the Graded Exercise Test of Bruce protocol, using Treadmill, and were driven to be all-out ; the other of anaerobic exercise took the Wingate Test. Blood was sampled to analyze lymphocyte, monocyte, granulocyte and NK cell in the respective periods of rest, post exercise, and recovery for ten minutes. The results are as follows. (1) The acute aerobic and anaerobic exercise don't affect monocyte and granulocyte. (2) The change in lymphocyte and NK cell resulting from the acute aerobic and anaerobic exercise shows a significant differences in the three different periods, but not significant differences between the two groups.

Key words : *Immune Response, Acute Exercise, Soccer player, Aerobic Exercise, Anaerobic Exercise*

1. 서 론

인체의 방어시스템은 적절한 자극이 주어지면 이에 적응하고 그 기능이 향상되며¹⁾, 운동이 인체의 항상성에 영향을 줄 수 있는 육체적 스트레스라는 점을 고려할 때 의미하는 바가 크지만 과도한 스트레스는 오히려 인체의 항상성을 무너뜨리고 면역기능의 저하를 초래하여 감

염에 이환될 위험을 증가시킨다²⁾.

일상적이고 규칙적인 유산소 운동은 정신적, 육체적 스트레스의 해소, 연령증가에 따른 노화의 방지, 심폐기능의 강화, 혈중지질 등을 감소시켜 각종 질병의 예방과 치료에 효과적이며³⁾, 감염질환이나 종양성장에 대한 저항력을 보여준다⁴⁾고 하였으며, 암에 의한 사망율을 감소시키고⁵⁾, 운동을 하는 여성은 유방암에 잘 걸리지 않게 된다⁶⁾고 보고 하였다. 그러나 과도하고 격

* 정회원, 대경대학 스포츠산업계열 교수,
경북 경산시 잔인면 단북리 24번지
053-850-1478 / E-mail : kks629kr@yahoo.co.kr

Dept. of Faculty of Sport Industry,
Tae Kyeung Collage

심한 운동은 신체에 무리를 주어 질병에 걸리게 하고, 질병에 이미 이환 되어 있을 경우에는 병의 진행을 악화시킨다⁷⁾고 보고 하였다. 또한 격렬한 고강도의 운동과 접촉성 경기는 인체보호능력의 저하와 면역감시체계의 장애를 가져오므로써 숙주방어(host defence)에 손상을 가져오며, 이러한 체액성, 세포성 면역체계의 기능저하는 감염의 이환율을 증가시키며¹⁾, 영양상태뿐만 아니라 과도한 심리적, 신체적 스트레스에 노출될 때 면역기능에 부정적인 영향을 미친다^{8,9,10,11)}고 하였다.

최근 운동과 면역기능과의 관계에 대한 연구는 운동부하방식에 있어서 일과성의 급성적인 운동^{12,13)}과 장기적인 트레이닝¹⁴⁾등 주로 유산소성 운동에 의한 면역반응에 관한 것이 대부분이며, 신체활동에 있어서 유산소 운동과 마찬가지로 무산소 운동도 중요하다고 할 수 있다. 특히 운동선수들은 운동 후의 몸관리 소홀로 면역기능이 저하될 수 있어 이에 대한 연구가 요망된다고 할 수 있다.

유·무산소성 운동과 면역반응과의 관계를 규명한 연구로는 Baruch 등¹⁴⁾과 강희성¹⁵⁾ 등이 있으나 종목별 운동선수들에 관한 연구는 매우 부족한 실정에 있다. 따라서 본 연구의 목적은 대학 축구선수들을 대상으로 급성적인 최대 유·무산소성 운동이 면역반응에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하는데 있다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

Table 1. Characteristics of subjects

Group	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI	Fat (%)	Fat (kg)
Aerobic(n=7)	20.71 ±.75	174.14 ±5.87	66.97 ±4.84	22.10 ±1.21	20.27 ±1.66	13.54 ±.96
Anaerobic(n=7)	20.00 ±.00	173.57 ±6.77	65.81 ±6.08	21.81 ±1.32	17.28 ±1.94	11.40 ±1.78

The values are Means ± SD

본 연구의 대상은 경북지역 T 대학에 재학중인 축구선수 14명을 대상으로 하였으며, 실험설

계에 따라 유산소운동그룹 7명과 무산소운동그룹 7명으로 구분하였다. 이들의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

2.2 측정항목 및 분석방법

(1) 체격 및 신체조성

체격은 신장과 체중으로 하였고, 신체조성검사는 생체전기저항법을 사용하여 체지방율, 체지방체중, 신체질량지수(BMI)를 이용하였다.

(2) 최대 유산소 운동

최대 유산소 운동은 호흡가스분석장치(MAX-1, U.S.A)가 부착된 Treadmill(Track Master ; USA)을 이용하여 점증적 최대 운동부하 방법(Graded Maximal Exercise Test, GXT)의 하나인 Bruce Protocol에 따라 피검자가 all-out에 이르게 하였다.

Bruce Protocol의 최초운동부하는 경사도 10%에서 1.7mph의 속도로 3분간 운동을 실시한 후 매 3분마다 Treadmill 경사도를 2%씩 증가시키고 속도를 0.8-0.9mph 증가시켰다.

(3) 최대 무산소 운동

최대 무산소성 운동은 Bicycle ergometer를 이용하였으며, 운동부하는 0.8×체중으로 하여 최대의 노력으로 30초간 Wingate anaerobic power test를 실시하였다.

(4) 채혈 및 혈액성분 분석

피험자들의 혈액채취는 실험전일 저녁 9시 이후부터 금식을 하도록 하여 실험당일 공복상태로 진공멸균된 1회용 주사기(Becton Dickinson Vacutainer system)를 이용하여안정시, 운동 직후, 회복기 10분에 상완정맥(antecubital vein)에서 10ml를 채혈(blood sampling)하였으며, 혈액 중 3ml는 항응고처리가 되어있는 Heparin tube(Becton Dickinson Co)에 담아 냉장실에 보관하고, 나머지 7ml는 일반 tube에 담아 1시간 두었다가 3500rpm에서 10분간 원심분리 하여 혈청분리관에 담아 급속 냉동실에 보관 후 냉동 상태로 임상검사 센터에 의뢰하여 림프구(Lymphocyte), 단핵구(Monocyte), 호중구(Granulocyte), NK cell(Natural killer cell)을 분석하였다.

2.3 통계처리

모든 자료는 IBM PC의 통계프로그램인 SPSS version 10.0을 이용하여 전산처리하여 평균과 표준편차를 산출하였고, 1) 각 집단별 처치에 따른 측정항목의 시기별 차이는 일원변량분석(one-way ANOVA)을 실시하였다. 2) 각 집단별 그리고 처치시기에 따른 측정변인의 변화에 대해서는 이원변량 반복측정(two-way ANOVA Repeated measure)을 실시하였으며, 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

3. 연구결과

급성적인 최대 유·무산소 운동이 대학 축구 선수의 림프구, 단핵구, 호중구, NK cell 등의 면역반응에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하기 위하여 측정한 결과는 다음과 같다.

(1) 최대 유·무산소성 운동에 따른 림프구의 변화

최대 유·무산소성 운동이 각 집단의 안정시, 운동직후, 회복기 10분, 즉 처치시기에 따른 림프구의 변화와 집단간 그리고 처치시기별 이원변량 반복측정 결과는 Table 2, Table 3에 제시한 바와 같다.

Table 2. Changes of lymphocyte on aerobic and anaerobic exercise

(unit: %)

Group	Time		Rest		Post Exercise		R10		F	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	DI	P
	Aerobic	36.71	10.51	46.00	11.98	47.00	11.57	1.818	191	2
Anaerobic	38.71	7.91	44.57	10.42	43.85	8.80	.862	.439		

M:Means, SD:Standard Deviation

Table 2에서 보는 바와 같이 최대 유·무산소 운동 후 림프구가 다소 증가하였으나 두 집단 모두 처치시기에 따른 림프구의 변화는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 3에서 보는 바와 같이 림프구 변화에 대한 집단간 처치시기간 차이 검증은 반복측정에 의해 통계처리한 결과, 집단간에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나, 처치시기에 따

른 림프구의 변화는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < .001$).

Table 3. Changes of lymphocyte group and time on two-way repeated measure

SOURCE	SS	df	MS	F
Time	545.333	2	272.667	11.029***
Time*Group	48.000	2	24.000	.971
Error	593.333	24	24.722	
Group	7.714	1	7.714	.030
Error	3128.095	12	260.675	

*** $p < .001$

(2) 최대 유·무산소성 운동에 따른 단핵구의 변화

최대 유·무산소성 운동이 각 집단의 안정시, 운동직후, 회복기 10분, 즉 처치시기에 따른 단핵구의 변화와 집단간 그리고 처치시기별 반복측정 결과는 Table 4, Table 5에 제시한 바와 같다.

Table 4. Changes of Monocyte on aerobic and anaerobic exercise

(unit: %)

Group	Time		Rest		Post Exercise		R10		F	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	DI	P
	Aerobic	11.85	4.81	12.57	5.06	9.71	2.21	2	.865	.438
Anaerobic	10.14	3.33	8.71	2.92	9.28	1.02	.302	.743		

M:Means, SD:Standard Deviation

Table 4에서 보는 바와 같이 각 집단 모두 처치시기에 따른 단핵구의 변화는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나 유산소 운동 후 운동전에 비해 다소 증가한 반면 무산소 운동 후에는 감소하는 양상을 보이고 있다.

Table 5. Changes of monocyte group and time on two-way repeated measure

SOURCE	SS	df	MS	F
Time	17.190	2	8.595	1.307
Time*Group	21.000	2	10.500	1.043
Error	263.810	24	10.992	
Group	42.000	1	42.000	1.840
Error	273.905	12	22.825	

Table 5에서 보는 바와 같이 단핵구 변화에 대한 집단간 처치시기간에 따른 차이 검증을 반복측정에 의해 통계처리한 결과, 집단간 처치시기간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

(3) 최대 유·무산소성 운동에 따른 호중구의 변화
 최대 유·무산소성 운동이 각 집단의 안정시, 운동직후, 회복기 10분, 즉 처치시기에 따른 호중구의 변화와 집단간 그리고 처치시기별 반복 측정 결과는 Table 6, Table 7에 제시한 바와 같다.

<Table 6> Changes of granulocyte on aerobic and anaerobic exercise

(unit: %)

Time Group	Rest		Post-Exercise		R10		F		
	M	SD	M	SD	M	SD	DI	F	P
Aerobic	47.71	12.76	40.71	9.89	39.85	11.83	2	.973	.397
Anaerobic	46.28	10.85	45.28	11.30	45.00	10.45		.027	.973

M:Means, SD:Standard Deviation

Table 6에서 보는 바와 같이 각 집단별 처치시기에 따른 호중구의 변화는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나 유산소 운동 후 운동전에 비해 다소 감소한 반면 무산소 운동 후에는 별다른 변화가 없는 것으로 나타났다.

<Table 7> Changes of granulocyte group and time on two-way repeated measure

SOURCE	SS	df	MS	F
Time	173.714	2	86.857	2.383
Time*Group	92.762	2	46.381	.298
Error	874.857	24	36.452	
Group	80.095	1	80.095	.262
Error	3661.714	12		

Table 7에서 보는 바와 같이 호중구의 변화에 대한 집단간 처치시기간에 따른 차이 검증을 반복측정에 의해 통계처리한 결과, 집단간 처치시기간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

(4) 최대 유·무산소성 운동에 따른 NK cell의 변화
 최대 유·무산소성 운동이 각 집단의 안정시,

운동직후, 회복기 10분, 즉 처치시기에 따른 NK cell의 변화와 집단간 그리고 처치시기별 반복 측정 결과는 Table 8, Table 9에 제시한 바와 같다.

Table 8. Changes of NK cell on aerobic and anaerobic exercise

(unit: %)

Time Group	Rest		Post Exercise		R10		F		
	M	SD	M	SD	M	SD	DI	F	P
Aerobic	10.55	6.55	34.31	13.42	25.97	12.87	2	7.844	.001**
Anaerobic	7.84	3.86	29.91	13.29	19.50	8.71		9.560	.001**

**p<.01

Table 8에서 보는 바와 같이 최대 유·무산소 운동 후 두 집단 모두 처치시기에 따라 NK cell의 변화는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며(p<.01), 두 집단 모두 운동전에 비해 운동 후 유의하게 증가하는 양상을 보이고 있다.

Table 9. Changes of NK cell group and time on two-way repeated measure

SOURCE	SS	df	MS	F
Time	3715.776	2	1857.888	41.260***
Time*Group	24.790	2	12.395	.275
Error	1080.681	24	45.028	
Group	215.334	1	215.334	.904
Error	2859.725	12	238.310	

Table 9에서 보는 바와 같이 NK cell의 변화에 대한 집단간 처치시기간에 따른 차이 검증을 반복측정에 의해 통계처리한 결과, 집단간에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나 처치시기간에는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p<.001).

4. 고찰

본 연구는 장기간 고강도의 훈련으로 단련된 대학 축구선수들을 대상으로 급성적인 최대 유·무산소성 운동이 면역반응에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하는데 있었다.

본 연구에서 최대 유·무산소성 운동은 림프구의 변화에 별다른 영향을 미치지 않았고, 운동 전에 비해 운동 후 림프구가 다소 증가하는 것은 선행연구들과 일치하는 것으로 나타났다. Gimenez 등¹⁵⁾은 고강도의 운동이 상대적으로 큰 면역반응을 나타내고, 운동강도가 운동시간에 비하여 백혈구증에 더 큰 영향을 미쳤다고 보고 한 바 있으며, Moorthy 등¹⁶⁾은 최대 유산소 능력의 70%의 수준으로 60분간 달리기를 실시한 결과 백혈구와 림프구의 증가를 보고한 바 있다. 또한 림프구는 운동에 의하여 변화를 나타내며, 장기간의 지구성 운동 후에 증가¹⁷⁾하거나 변화가 없다¹⁸⁾는 연구결과가 상반되는 보고가 있다. 진영수²⁾는 비훈련자는 운동 후에 림프구의 비율이 증가한다고 보고 하였으나 Eskola¹⁹⁾는 훈련자는 지구력 운동 후에 림프구 비율이 감소한다는 상반된 연구 보고가 있었다. 유호길 등²⁰⁾은 농구선수와 일반인의 점증적 최대부하운동시 림프구의 변화에 별다른 영향을 주지 않았다고 보고한 바 있어 연구의 결과들이 일치되지 않음을 알 수 있다.

단핵구는 림프구를 활성화 시키는 수십 개의 용해성 인자(cytokines)들을 생성하고, 종양과 바이러스 감염 세포들을 제거하는 역할을 하며²¹⁾, 단기간의 고강도 운동과 지구성 운동시 현저하게 증가되며¹⁾, 단핵구 증가 크기는 체력수준과 운동기간에 영향을 받는다고 보고 한 바 있다²²⁾. 또한 점증적 최대부하운동시 단핵구의 수치가 유의하게 증가하였다²³⁾는 보고가 있었던 바 본 연구에서는 최대 유·무산소 운동 후 단핵구의 변화는 집단간 그리고 처치시기별 유의한 차이가 없는 것으로 나타나 선행연구와 상반되는 결과를 보이고 있으나 본 연구의 피검자가 일반인이 아닌 운동선수라는 점에서 체력수준이 다소 높은 영향 때문이라고 사료된다.

호중구는 백혈구의 구성성분으로서 인체에 침범한 화농성 세균에 대하여 인체방어 기능면에서 가장 중요한 세포로서²⁴⁾, 운동 후 증가되며²⁾, 운동 후에도 변화가 없다²⁵⁾는 상반되는 보고가 있었으나 유호길 등²³⁾의 연구에서는 일반인과 운동선수 모두 점증적 최대부하 운동 후 호중구가 증가하였으나 일반인이 보다 유의한 증가를 나타냈다고 보고하였다. 본 연구에서는

집단간, 처치시기간에 따라 두 집단간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며, 운동 후에도 별다른 변화가 없었다는 선행연구와 일치하는 것으로 나타났다. 그러나 최대 유산소 운동 집단에서 운동전에 비해 운동 후에 호중구의 수치가 다소 감소하는 양상을 보이고 있다.

NK cell은 주로 비장, 간, 폐에서 발견되며, 대부분의 NK cell은 CD16으로 표시한다. NK cell은 광범위한 종양세포, 비정상세포, 바이러스 감염 세포를 인식하여 파괴하고, 선택적으로 상해를 입은 근육의 회복과정을 돕는 역할을 하며²⁶⁾, 가벼운 트레이닝은 안정시 NK cell 활성을 증가시키고²⁷⁾, 적당한 트레이닝을 6주간 실시한 결과 안정시 NK cell 활성도가 57% 증가²⁸⁾ 하였다고 보고한 반면 Watson 등²⁹⁾은 비훈련자가 15주간 트레이닝 후 NK cell 활성이 오히려 감소 하였다고 보고하였다. 또한 장년 여성을 대상으로 12-16주간 중등도의 운동 후 NK cell의 활성도에 별다른 영향을 주지 않았으며³⁰⁾, 변화가 있었다는 상반된 보고²⁸⁾가 있었다. 또한 중등도 운동은 NK cell의 수와 활동을 증가시키고¹⁾, 30초간 탈진적인 무산소 운동 후 NK cell이 증가한다²⁸⁾고 보고 한 바 있다. 본 연구에서 최대 유·무산소 운동은 집단간에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나 처치시기간에는 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 운동전에 비해 운동 후 NK cell의 활성이 증가하는 것으로 나타나 선행연구들과 일치하는 결과를 보여주고 있다.

5. 결론

본 연구는 대학 축구선수 14명을 대상으로 최대 유산소 운동 집단 7명, 최대무산소 운동 집단 7명으로 분류하여 최대 유산소 운동은 Treadmill을 이용하여 점증적 최대 부하운동을 Bruce protocol에 따라 all-out에 이르도록 실시하였으며, 최대 무산소 운동은 Bicycle ergometer를 이용하여 wingate test를 실시하였다. 혈액의 채취는 안정시, 운동직후, 회복기 10분에 실시하여 급성적인 최대 유·무산소 운동이 면역반응에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하기 위하여 림프구, 단핵구, 호중구, NK cell을 측정한다

결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 급성적인 최대 유·무산소성 운동은 단핵구와 호중구의 변화에 별다른 차이가 없었다.
- (2) 급성적인 최대 유·무산소성 운동에 따른 림프구와 NK cell의 변화는 처치시기간에는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으나, 집단간에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

참고문헌

- 1) Nieman, D. C.: Exercise, infection and immunity. *Int. J. Sports Med.*, Supplement, in press, (1994)
- 2) 진영수 : 운동이 인체의 면역반응과 내분비계에 미치는 영향, 서울대학교 박사학위논문, (1992)
- 3) Fraioli, F., and Moretti, C.: Physical exercise stimulates marked concomitant release of beta-endorphin and adrenocorticotrophic hormone (ACTH) in peripheral blood in man. *Experientia*, 36, pp.987-989, (1980)
- 4) Cannon, J. G., & Kluger, M. J. : Endogenous pyrogen activity in human plasma after exercise. *Science*, 220, pp.617-619, (1983)
- (5) Shvit, Y., Terman, G. W., Martin, F. C.: Stress, opioid peptides the immune system and cancer. *J. Immunol.*, 135, pp.834S-837S, (1985)
- (6) Thune, I., Brenn, T., & Lund, E.: Physical activity and the risk of breast cancer. *Engl. J. Med.*, 336, pp.1269-1275, (1997)
- (7) Friman, G., & Ilback, N.: The effects of strenuous exercise on infection with *francisella tularensis* in rats. *J. Infect Dis.*, 145, pp.706-714, (1982)
- (8) 최병진: 면역과 운동, 한국사회체육학회지, Vol.4, pp.187-191, (1995)
- (9) 박영민: 중력가속스트레스가 마우스의 면역반응에 미치는 영향; 휴선에 있어서 여러 가지 면역학적 매개요소 변화, 한국 면역학회지, Vol.18, pp.275-284, (1996)
- (10) 여남희, 김수근: 인체의 면역기능 향상을 위한 운동처방에 관한 연구, 운동과학 Vol.6, No.2, pp.151-167, (1996)
- (11) Nehlsen-Cannarella, S. L., Fagoaga, O. R., Folz, J., Grinde, S., and Thorpe, R.: Fighting, feeling, and having fun: the immunology of physical activity, *Int. J. Sports Med.*, 18, pp.S8-S21, (1997)
- (12) Divid, C., Nieman, D. C., & Nehlsen-Cannarella, S. L.: The effect of acute and chronic exercise on immunoglobulins. *Sports Med.*, 1193, pp.183-201, (1991)
- (13) Berk, L. S., Nieman, D. C., & Youngberg, W. S.: The effect of endurance running on natural killer cells in marathoners. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 22, pp.207-212, (1990)
- (14) Baruch, W. B., Ronit, G., Einat, K., & Alon, E.: Neutrophil function response to aerobic and anaerobic exercise in female judoka and untrained subjects. *J. Sports Med.*, 34, pp.23-28, (2000)
- (15) 강희성: 유산소 운동과 무산소 운동이 사춘기 남학생 단련자와 비단련자의 면역기능에 미치는 영향. 운동과학, Vol.2, No.9, (2000)
- (16) Giemenez, M., Thekkinkattil, M. K.: Leukocyte lymphocyte and platelet response to dynamic exercise, duration or intensity effect. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 55, pp.465-470, (1986)
- (17) Moorthy, A.V., & Zimmerman, S. W. : Human leukocyte response to an endurance race. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 38, pp.271-276, (1978)
- (18) Oshida, Y., Yamanoudhi, K., & Hayamizu, S.: Effect of acute physical exercise on lymphocyte subpopulations in trained and untrained subjects. *Int. J. Sports Med.*, 9, pp.137-140, (1988)
- (19) Wells, C. L., Stern, J. R., & Hecht, L. H.: Hamatological changes following a marathon race in male and female runners. *European J Applied Physiology.*, 48, pp.41-49, (1982)
- (20) Eskola, J. : Effect on sport stress on lymphocyte Transformation and antibody formation. *Clin. Exp. Immunol.*, (1978)
- (21) 유호길 · 박노혁 · 신승남: 점증적 최대부하

- 운동이 백혈구 및 아군에 미치는 영향. 한국스포츠리서치, Vol.10, No.3, pp.159-174, (1999)
- (22) Mackinnon, L. T.: Exercise and natural killer cells: what is the relationship? *Sports Medicine.*, 21, pp.141-149, (1989)
- (23) Ahlborg, B., & Ahlborg, G.: Exercise leukocytosis with and without beta-adrenergic blockade. *Acta Medica Scandinavica.*, 187, pp.241-246, (1970)
- (24) Hanson, J. B., Wilsgard, L., & Osterud, B.: Biphasic changes in leukocytes induced by strenuous exercise. *Eur.J. Appl. Physiol.*, 62, pp.157-161, (1991)
- (25) Thiele, D. L., Brenn, T., & Lund, E.: The role of cell surface recognition structures in the initiation of MHC-unrestricted promiscuous killing by T cells. *Immunol.*, 10, pp.375-381, (1989)
- (26) Crist, D. M., Mackinnon, L. T., Thompson, R. F., Atterbom, H. A., & Egan, P. A.: Physical exercise increases natural killer cell mediated tumor cytotoxicity in elderly women. *Gerontology.*, 35, pp.66-71, (1989)
- (27) Nieman, D. C., and Nehlsen-Cannarella, S. L.: Exercise and infection. In exercise and disease. Edited by M. Eisinger and R. W. Waston. CRC Press, *Boca Raton, Fla.*, pp.122-148, (1992)
- (28) Davidson, R. J.: Hamatological change associated with marathon running. *Int. J. Sports. Med.*, 8, pp.19-25, (1987)
- (29) Watson, R., Moriguchi, S., & Jackson, J. C.: Modification of cellular immune function in human by endurance training during b-adrenergic blockade with atenolol or propranolol. *Med. Sci. Sports Exer.*, 18, pp.95-100, (1986)
- (30) Nieman, D. C., Henson, D. A., Gusewitch, G., Warren, B. J., Doston, R. C., Butterworth, D. E., and Nehlsen-Cannarella, S. L.: Physical activity and immune function in elderly women, *Med. Sci. Sports Exercise.*, 25, pp.823-831, (1993)

(2002년 5월 25일 접수, 2002년 8월 20일 채택)