

요가수련이 여자중학생의 면역기능의 변화율에 미치는 영향

홍인숙* · 이창준 · 고영호 · 신덕수 · 김세민 · 노동진 · 이창석 제주대학교

Effects of Yoga on the immunologic function in girl's middle school students

Hong, In-Sook* · Lee, Chang-Joon · Ko, Young-Ho · Shin, Doug-Soo · Kim, Sei-Min · Roh, Dong-Jin ·
Lee, Chang-Suk Cheju National University

ABSTRACT

The aim of the study was to compare & analyze immunologic function(Neutrophil, Lymphocyte, Monocyte, Eosinophil, Basophil, IgG, IgA, IgM) by experimental periods and groups according to Yoga 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 Yoga of 25-30min./day during total 12wks. The results obtained from the above were as follows;

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.

(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

Key words: Neutrophil, Lymphocyte, Monocyte, Eosinophil, Basophil, IgG, IgA, IgM, Rating scale of perceived exertion(RPE)

* agnes4272@hanmail.net

- (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.
 (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 Yoga could be result in the better improvement of the immunologic function and proper intensity of RPE exercise for girl's middle school students for improvement was assumed to be intensity of RPE 15-17 level.

I. 서론

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 하나로 요가(Yoga)가 주류를 이루고 있다(신회봉, 2000). 이에 최근 몇 년 사이 우리나라에서 급속도로 대중화되고 있는 요가는 현대인들의 명상, 건강, 미용 등에 대한 욕구와 맞물려 급속도로 대중화되고 있다(정신세계사, 2004).

요가는 아사나(Asana; 체위), 호흡조절(Pranayana), 명상(Dhyana)을 통해 이완이 일어나게 하는 방법(이경혜, 강현숙, 1996)으로 가장 중요한 효과는 몸의 각 부분을 이완·수축시켜서 내부 장기와 골격의 위치를 바로잡아 주고(이정훈, 2004), 마음을 안정과 여유를 갖게 해주며, 신체적 균형을 취하여 건강을 회복·증진시키는 것이다(전소영, 2004). 이러한 관점에서 요가는 신체와 정신을 분리하여 수련하지 않으므로 요가의 원리와 기법에 기초한 청소년 훈련프로그램은 청소년기의 다양한 발달적 요구와 심신 건강의 원리에 부합된다고 볼 수 있다(류호상 등, 2004). 뿐만 아니라 넓은 공간, 기구의 복잡성, 위험성들이 내재하여 운동 참여율을 낮추고 있는 다른 운동과는 달리, 공간과 시간 그리고 도구에 구애(拘礙)받지 않아 어디서든 손쉽게

할 수 있는 장점이 있어 부족한 시간과 운동부족 그리고 심리적으로도 불안정한 시기의 사춘기 청소년에게 적합한 운동이라 생각된다.

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., 1989; Kajitara, MacDougall, Ernst, & Younglai, 1995) 모든 형태의 운동이 인체 내 면역기능의 향상을 유발하는 것이라고 단순하게 생각해서는 안 될 것이며, 개인의 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).

최근까지는 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; Pedersen & Toft, 2000) 아직은 논란의 여지가 남아있다(Mackinnon, 2000a). 그러나 대부분의 연구들이 고강도 운동은 대부분 부정적인 영향을 미

치는 것으로 보고하고 있어(ACSM, 2002; Verde et al., 1992; Nieman, 1994; Fukatsu et al., 1996; Castell, Poortmans, Leclercq, Barasseur, Duchateau & Newsholme, 1997) 요가와 같은 무리함이 없는 적절한 운동형태와 강도는 오히려 면역기능에 긍정적인 효과를 가져 올 것으로 기대할 수 있다.

이에 본 연구는 여자중학생에게 요가수련이 면역기능에 미치는 변화에 대해 요가수련의 효율성을 규명하여 학교현장에 적용할 수 있는 자료를 제시하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

J시 소재 여자중학생 중 운동그룹과 통제그룹을 유추출법에 의해 운동그룹은 A(8명), B(9명), C(9명) 그룹으로, 통제그룹은 Con(8명) 그룹으로 모두 4그룹으로 구분하여 총 34명을 대상으로 하였다. 신체적 특성은 <Table 1>와 같다.

Table 1. Physical characteristics of subjects

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

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

2 측정항목 및 도구

1) 측정항목

면역기능 WBC에서 Neutrophil, Lymphocyte, Monocyte, Eosinophil, Basophil를, 면역글로블린은 IgG, IgA, IgM로 8개 항목으로 측정하였다.

2) 혈액채취와 채혈의 시기

운동그룹과 통제그룹의 사전검사를 위한 혈액 채취는 채취 전 12시간 공복상태를 유지하도록 통제하여 익일 오전 08:00에 실시하였으며, 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.

3) 혈액 분석 방법

호중구(Neutrophil), 림프구(Lymphocyte), 단구(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 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 희석액 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.

4. 운동처방

1) 운동기간, 빈도 및 시간

점심시간을 이용하여 12주간, 주 3회, 1회 60분 동안 실시하였다.

2) 운동강도 및 반복횟수

운동수행 시 심리적으로 느끼는 적절한 운동의 강도를 나타내는 지표인 Borg(1982)의 자각적 운동강도(Rating scale of perceived exertion : RPE)를 이용하여 각 강도별로 대상자에게 주지시켜 유지하도록 하였다.

Table 2. Yoga Asana program for 8 weeks

order(time)	contents
Warm-up (10min)	· breath preparing
	· pawanmut asana
	· head walk
	· ankle circling
	· shoulder circling
Main exercise (40min)	· padm asana
	· janusirasan
	· paschimothan asana
	· halasana
	· Baddha kona asana
	· vriksha asana
	· vidsl asana
	· bhujanga asana
	· matsya asana
	· salabh asana
	· sirsh asana
	· trikona asana
	· sury namaskarsana
· dhanurasana	
· uirabhadra asana	
cool-down (10min)	· pawanmut asana
	· head walk
	· ankle circling
	· shoulder circling
	· padm asana
	· sava asana

3) 운동프로그램

운동그룹의 8주간 요가수련은 <Table 2>와 같고 통제그룹은 평소대로 일상생활에 임하도록 하였다.

5. 자료처리

모든 자료처리는 SPSS Ver.12.0을 이용하여 평균값(M)과 표준편차(S.D.)를 구하고, 집단 내의 측정 시기와 시기별 집단 간의 변화를 알아보기 위하여 변화율을 구하여 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였고, 사후검증은 Scheffe를 이용하였다. 모든 유의 수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 면역

1) Neutrophil

시기별 집단 간 Neutrophil의 변화를 비교는 <Table 3>와 같으며, 사전-4주 후에는 통제그룹보다 B 그룹이, B 그룹보다 A 그룹이 통제그룹보다 C 그룹이 유의한($p<0.01$) 차이가 나타났으나 사전-8주 후, 사전-12주 후에는 차이가 없었다.

Table 3. Comparisons of change rate on Neutrophil(%)

group	% diff.		
	pre-4wk	pre-8wk	pre-12wk
A	30.21±14.67	15.37±14.15	9.62±19.71
B	16.85±11.61	-1.40±19.63	1.68±18.46
C	18.42±12.91	10.29±11.77	4.22±14.60
Con	1.61±8.56	1.15±9.05	-.73±8.88
F	7.461**	2.513	.113
Duncan	Con<B<A Con<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

** : $p<0.01$

2) Lymphocyte

시기별 집단 간 Lymphocyte의 변화율 비교는 <Table 4>와 같으며, 사전-4주 후와 사전-12주 후는 차이가 없었으나 사전-8주 후에는 A 그룹이 B, C 그룹과 통제그룹보다 유의하게($p<.05$) 높게 나타났다.

Table 4. Comparisons of change rate on Lymphocyte(%)

group	% diff.		
	pre-4wk	pre-8wk	pre-12wk
A	4.49±36.05	21.79±34.23	7.28±45.27
B	-10.06±17.56	-1.51±18.38	-10.38±25.49
C	-9.80±13.23	-4.66±8.39	-.84±18.90
Con	-10.49±11.92	-13.08±12.24	-14.20±13.70
F	.934	4.297*	.967
Duncan	B,C,Con<A		

3) Monocyte

시기별 집단 간 Monocyte의 변화율 비교는 <Table 5>과 같으며, 사전-4주 후에는 A 그룹이 C 그룹과 통제그룹보다 유의한($p<.05$) 차이가 나타났으며, 사전-8주 후에서도 A 그룹이, B, C 그룹과 통제그룹보다 유의하게($p<.05$) 높게 나타났다. 사전-12주 후에는 차이가 없었다.

Table 5. Comparisons of change rate on Monocyte(%)

group	% diff.		
	pre-4wk	pre-8wk	pre-12wk
A	27.73±44.28	58.04±64.12	31.03±58.77
B	8.29±32.04	17.10±38.11	23.44±36.35
C	-6.31±15.37	12.19±29.24	4.52±38.59
Con	-15.45±9.96	-16.28±18.05	-21.14±17.80
F	3.525*	4.549*	2.738
Duncan	C, Con<A B, C, Con<A		

4) Eosinophil

시기별 집단 간 Eosinophil의 변화율 비교는 <Table 6>과 같으며, 사전-4주 후에는 A 그룹이 B, C 그룹과 통제그룹보다 유의한($p<.001$) 차이가 나타났으며,

사전-8주 후에서도 A 그룹이 B, C 그룹과 통제그룹보다 유의하게($p<.01$) 높게 나타났다. 사전-12주 후에는 차이가 없었다.

Table 6. Comparisons of change rate on Eosinophil(%)

group	% diff.		
	pre-4wk	pre-8wk	pre-12wk
A	50.08±47.62	72.39±59.83	18.86±36.86
B	-3.82±19.10	13.98±25.86	-.57±34.58
C	6.05±15.01	5.81±42.11	-5.98±52.63
Con	-19.34±16.96	-6.70±27.30	9.58±54.09
F	9.481***	5.978**	.498
Duncan	B, C, Con<A B, C, Con<A		

5) Basophil

시기별 집단 간 Basophil의 변화율 비교는 <Table 7>과 같으며, 사전-4주 후와 사전-12주 후는 차이가 없었으나 사전-8주 후에는 A 그룹이 B, C 그룹과 통제그룹보다 유의하게($p<.01$) 높게 나타났다.

Table 7. Comparisons of change rate on Basophil(%)

group	% diff.		
	pre-4wk	pre-8wk	pre-12wk
A	150.20±228.05	185.00±259.89	26.04±87.75
B	51.11±76.94	48.33±79.21	43.51±135.66
C	-1.48±13.65	-19.44±26.97	-32.77±28.62
Con	4.64±43.61	4.33±47.68	-20.44±16.02
F	2.831	3.777*	1.666
Duncan	B, C, Con<A		

6) IgG

시기별 집단 간 IgG의 변화율 비교는 <Table 8>와 같으며 사전-4주 후에는 A 그룹이 B, C 그룹과 통제그룹보다 유의한($p<.01$) 차이가 나타났고, 사전-8주 후에서도 A 그룹이 B, C 그룹과 통제그룹보다 유의하게($p<.05$) 높게 나타났다. 사전-12주 후에는 차이가 없었다.

Table 8. Comparisons of change rate on IgG(%)

group	% diff.		
	pre-4wk	pre-8wk	pre-12wk
A	8.83±9.43	12.15±11.70	2.38±8.69
B	-2.57±2.70	-.93±7.35	-5.02±10.30
C	-1.67±4.34	-1.70±8.28	-4.38±15.02
Con	-.30±8.94	-.53±15.05	-4.07±19.65
F	4.906**	3.051*	.501
Duncan	B,C,Con<A	B,C,Con<A	

7) IgA

시기별 집단 간 IgA의 변화율 비교는 <Table 9>과 같으며, 사전-4주 후, 사전-8주 후, 사전-12주 후 모두 A 그룹이 B, C 그룹과 통제그룹보다 각각 유의하게($p<.001$, $p<.001$, $p<.05$) 높게 나타났다.

Table 9. Comparisons of change rate on IgA(%)

group	% diff.		
	pre-4wk	pre-8wk	pre-12wk
A	17.51±13.09	29.77±26.34	17.74±22.51
B	3.41±5.51	3.00±11.54	-5.95±18.83
C	-2.64±8.50	-6.86±10.17	-10.10±13.25
Con	-6.14±12.53	-4.50±12.20	-5.38±14.55
F	8.463***	8.894***	4.236*
Duncan	B, C, Con<A	B, C, Con<A	B, C, Con<A

8) IgM

Table 10. Comparisons of change rate on IgM(%)

group	% diff.		
	pre-4wk	pre-8wk	pre-12wk
A	7.30±7.24	29.35±20.80	10.23±13.77
B	-3.06±6.21	2.15±27.04	1.38±25.55
C	-1.89±5.60	1.94±12.90	-.20±14.46
Con	-.19±8.69	-2.70±8.79	.06±16.70
F	3.704*	4.824**	.591
Duncan	B, C, Con<A	B, C, Con<A	

시기별 집단 간 IgM의 변화율 비교는 <Table 10>과 같으며, 사전-4주 후, 사전-8주 후에서 A 그룹이 B, C 그룹과 통제그룹보다 각각 유의하게($p<.05$, $p<.01$) 높게 나타났다. 사전-12주 후에서는 차이가 없었다.

IV. 논의

1. 면역기능

면역은 그 특성에 따라 자연면역(natural immunity)과 획득면역(acquired immunity)으로 나눌 수가 있는데 자연면역은 항원과 상관없이 자연히 있는 것이라 하여 불여진 이름으로, 외부로부터 항원이 들어오기 전에도 이미 존재하고 있기 때문에 기존의 면역(내재면역; innate immunity)이라고도 부른다(이삼준, 2002).

획득면역은 항원이 침입하게 되면, 그 항원에 의하여 유도되어 얻어지는(획득되는, acquired) 반응으로, 그 반응이 반응을 유도한 항원에 대하여 만 나타나기 때문에, 특이적 면역(specific immunity)이라고 불리기도 한다.

인체의 면역성은 적절한 운동과 트레이닝을 통해서 향상시킬 수 있는 반면, 부적절한 운동이나 과도한 운동은 면역학적 항상성을 방해하거나 항체 반응을 억제시키고 질병에 감염될 비율을 증가시킨다. 이미 질병에 감염된 경우에는 그 병을 더욱 악화시키거나, 심할 경우 합병증을 유발시켜 사망에까지 이르게 할 수도 있다(김완수 등, 2004; 여남희, 김수근, 1997).

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).

면역기능의 평가는 면역계에서 기능하고 있는 세포와 인자를 지표로 해서 그 수량과 기능을 측정해서 실시된다. 면역기능이 변화하는 병태(病態)에서는 이들 지표가 여러 가지로 변화한다(신희수, 2002).

정상 면역기능의 지표는 어떤 폭을 가진 기준치

(standard values) 내의 값을 말한다. 면역기능 지표의 낮은 수치(below standard)는 면역기능의 저하를, 지표의 높은 수치(above standard)는 면역기능의 향진을 각각 나타내는 것으로서 이것은 모두 면역기능의 異常 상태를 말한다(赤間과 和久, 2001).

일반적으로 면역기능의 저하는 측정하는 지표의 수량과 기능 저하에 의해서 검출되며 컨디션의 악화 요인이라고 볼 수 있고, 면역기능의 향진은 기본적으로 측정지표의 수량증가와 기능 증대에 의해서 검출된다(신희수, 2002). 그러나 면역기능의 향진에는 생물적 stressor에 반응해서 면역기능이 향진할 경우(감염증)와 면역기능 자체가 병적으로 향진할 경우가 있기 때문에 면역 지표가 높은 수치를 나타내는 것이 반드시 컨디션의 개선 요인이라고는 할 수 없다(赤間, 和久, 2001). 이는 면역변인의 수치가 운동 상태나 운동 시기, 훈련 상황에 따라 다른 결과를 보일 수 있다는 것을 뜻하며, 요가를 여중생을 대상으로 운동 시기, 상태, 상황, 강도를 고려한 면역기능에 대한 연구는 거의 전무한 실정이며, 이에 대한 폭넓은 연구가 필요하다고 생각된다.

1) 백혈구

(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).

선천성 면역계의 중요한 성분인 호중구는 순환백혈구 중에서 가장 많은 비율(50-60%)을 차지하는 식세포(phagocyte)로써 자연살해세포와 더불어 인체에 바이러스 등 세균이 침범할 때 첫 번째로 막는 최전방 방어선의 역할을 맡고 있을 뿐만 아니라 인체에 침범한 화농성 세균에 대하여 인체 방어 기능면에서 가장 중요하다(신희수, 2002). 즉, 신체에 들어온 감염인자 또는 타물질에 대한 1차적 방어 역할을 하며 염증 반응이 시작되면 호중구는 감염 또는 상해의 자리에 투입되어지는 첫 번째 세포이다. 또한 T cell과 B cell 활성화

에 영향을 미치는 면역조절성 사이토카인의 합성과 방출에 참가하는 것으로 알려져 있다. 이러한 호중구의 감소는 패혈증, 속립결핵, 일부 감염증으로 장티푸스, 인플루엔자, 풍진, 말라리아, 악성빈혈 등을 일으킨다(신희수, 2002).

본 연구의 시기별 집단 간 %diff.의 결과에서 나타난바와 같이 운동 강도의 차이에 따라 4주 후의 결과는 통제그룹보다 3개 운동그룹이 호중구의 증가를 보여 신체 운동이 호중구를 증가시킨다는 많은 연구와 유사한 경향을 보였다.

일반적으로 운동에 의한 호중구의 증가는 일과성으로 운동 후 45분에서 2시간 사이에 운동 전 수준으로 되돌아 가게 되므로 운동면역학에서 강조되는 것처럼 일시적인 급성이나 일과성보다는 규칙적인 운동트레이닝 후 면역체계의 구조와 기능이 변화하는 만성적인 적응(chronic adaptation)을 꾀하는 것이 중요하다고 본다.

본 연구의 결과에서 나타난 것 같이 호중구의 참고치가 전체 백혈구 중의 38.0-78.0%의 범위로 통제그룹을 비롯한 모든 집단이 48.79±6.34%에서 66.08±10.93%로 비록 정상 범위 안에 있지만 통제그룹 외에 운동그룹이 통계적인 차이는 없이 다소 증가한 것으로 나타나 요가수련이 강도는 낮지만 참고치 범위 안에서 호중구의 증가를 유도한 것으로 볼 때 고강도 운동보다는 본 연구의 요가프로그램이 강도면에서 면역기능에 긍정적인 효과를 가져오는 것으로 생각된다.

본 연구와 같이 여자중학생을 대상으로 요가수련에 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 노인을 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.

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 체내에서 서로 다른 항원 결정부위(antigenic determinant)를 특이적으로 인식하고 구별할 수 있는 유일한 세포로서 이에 의해 면역반응의 특이성이 생기며 인간에 있어서 참고치는 17.0~46.0%를 상회한다. 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).

대부분의 T림프구는 평균수명이 24년 정도로 긴 편이고, 10년까지 사는 것도 있으며 B림프구는 대부분 수명이 짧아서 평균수명이 1주일에서 몇 개월이다.

T 세포와 B 세포는 그들 표면에 다양한 수용체를 가지고 있어서 그들을 통하여 항원을 인식하는데 혈액 림프구의 약 20%를 B 세포가 차지하고, T세포는 약 70%를 차지하고 있다(정용자 등, 1998). 그 중 T림프구(T조력세포, T억제세포)는 항원에 의해 자극된 림프구가 산출하는 단백질로 극히 미량으로 표적-림프계세포에 강력하게 작용하는 lymphokine을 생산하고 면역반응을 조절하며 세포용해 기능을 가진다.

T림프구는 기능과 세포 표면 분자 CD4⁺ 또는 CD8⁺의 표현에 따라 두 가지로 분류되는데 하나는 활성화되어 분화하면 세포 독성/억제 T세포(cytotoxic/suppressor T cells)가 되어 바이러스에 감염된 세포를 죽이게 되며, 두 번째는 분화되면 B세포나 대식세포와 같이 다른 세포의 활성을 돕는 보조 T 세포(helper/inducer T cells)가 된다(김대식 등, 2000).

B림프구는 항체와 lymphokine을 생산하며, NK cell은 자연살해능으로 세포를 용해하고 lymphokine을 생산한다.

림프구의 증가는 백일해, 전염성 단구증, 결핵,

lymphocyte성 백혈병 등을 일으킨다(신희수, 2002).

본 연구의 %diff.의 비교에서는 사전-8주 후와 사전-12주 후에는 차이가 없었으나 사전-4주 후에서만 운동강도가 높았던 순으로 통제그룹보다 유의하게 증가함을 보였다. 이러한 결과는 건강한 성인을 대상으로 (25.6±1.5세) 50, 65, 75, 85%VO₂max로 최대하 달리기 운동을 실시하여 림프구 이형 변화를 알아 본 결과 본 연구의 A 그룹 강도와 유사한 50-85%VO₂max에서 림프구와 림프구 이형의 유의한 증가를 보고한 전태원과 박성태(2004)의 연구와 유사한 결과이다. 다시 말하면 강도가 상대적으로 약했던 B, C 그룹과 통제 그룹은 림프구와 그 이형의 증가에 영향을 미치지 못한다는 것을 예측해 볼 수 있는 것이다. 물론, 8주간 요가 운동을 통해 림프구나 그 이형의 변화를 명확히 제시하고 그에 따른 메커니즘을 밝혀낸다는 것은 무리이지만 선행연구들을 토대로 할 때 본 연구의 A 그룹의 강도인 RPE 15-17(hard-very hard; 힘들-매우 힘들)의 강도가 림프구의 긍정적인 변화를 가져오고 강도가 너무 낮을 때에는 면역기능에 별다른 영향을 미치지 못하는 것으로 본다.

(3) 단구(Monocyte)

단구는 전체 백혈구 중 3-7%(혹은 2.0-8.0%)의 비율을 차지하며 조직 내 침입 세균을 소화시키는 중요한 방어역할을 맡고 있는 식세포이다.

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

단식세포(단구/대식세포, 호중구)는 면역반응을 조절하고 실행하는데 대단히 중요하다. 그것은 림프구에 대해 항원을 제공하고, 면역반응을 조절하는 많은 조절자를 생산하고 혹은 주효기관 세포(effector cell)로서 작용하는 것과 같은 중요한 면역학적 기능을 가지고 있기 때문이다.

운동이 단식 세포계에 미치는 영향에 관한 연구는 미흡하며 말초 혈 중 단구 수는 운동에 의해서 크게 변동하지 않으며, 고강도의 운동일 때 말초 혈 중 세

포 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 의상, 신체운동 후 일어나며 이것은 운동 후 단구가 Cytokine을 분비하고 순환계로 이동하기 때문에 체력 수준과 운동 기간에 영향을 받는 것으로 보인다(Mackinnon, 1993).

본 연구의 시기별 집단 간과 시기별 집단 간 %diff.의 결과에서는 A 그룹이 다른 집단에 비해 사전4주 후, 사전-12주 후에 단구 수가 유의하게 증가하였다. 운동 강도가 가장 높았던 A 그룹의 단구 수 증가는 전술한 선행연구와 유사하게 나타난 현상이며, 이러한 운동에 의한 단구 증가보다는 면역기능 측면에서 볼 때 회복기의 단구 수치 변화가 오히려 더 중요한 것으로 생각된다.

오상덕(2005)은 6개월 이상 운동을 실시한 중년과 노인 대상으로 운동 참여 여부에 따른 면역기능을 비교한 결과 안정 시에는 단구의 변화가 없었지만 최대 하 운동 시에는 비운동그룹은 급격한 증가가 나타났고 운동그룹도 증가하였지만 회복기에 단구의 감소폭이 비운동그룹보다 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 시기별 집단 간 비교에서 운동 강도가 높았던 A 그룹의 경우와 마찬가지로 8주 후에는 단구가 증가했다가 운동 중지 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.

B, C 그룹도 %diff. 결과에서 나타난 바와 같이 각각 사전4주 후에는 $8.29 \pm 32.04\%$, $-6.31 \pm 15.37\%$ 에서 사전8주 후에는 $17.10 \pm 38.11\%$, $12.19 \pm 29.24\%$ 로 운동기간이 길어질수록 다소 큰 폭으로 증가했으나 통계적인 차이가 없이 사전-12주 후에는 B 그룹은 다소 증가한 상태로 유지했으나 C 그룹은 초기의 상태로 환원되었다.

(4) 호산구(Eosinophil)

호산구는 1846년 Wharton Jones가 처음 관찰하였으며 1879년 Ehrlich가 말초혈액에서 산성염료에 잘 염색이 되는 특징적인 세포질을 갖는 세포를 발견하고 호산구라고 명명하게 되었다(박성학, 1998; 박찬선 등, 2006).

특발성 호산구증가증은 호산구를 증가시키는 특별한 원인이 없이 6개월 이상 말초혈액에서 호산구가 $1,500/\mu\text{L}$ 이상 증가하면서 심혈관계, 피부, 신경계 등의 장기를 침범하는 경우이며 좋지 않은 예후를 가진다(Cottin & cordier, 2005; Wilkins, Crane, Copeland, & Williams, 2005).

혈액 내 호산구증가증의 유무와 상관없이 특정 장기 및 조직에서 호산구의 침윤이 발견될 수도 있지만 호산구의 비정상적인 증가는 조직 및 장기의 손상을 유발하게 되며, 이는 호산구 과립에서 분비되는 여러 가지 물질에 기인한다. 예를 들어 주염기단백질(major basic protein, MBP), 호산구 과산화효소(eosinophil peroxidase; EPO), 호산구양이온단백질(eosinophil cationic protein; ECP)은 심장, 뇌, 기관지 상피조직 등 다양한 장기에 세포 독성을 나타낸다.

전 세계적으로 호산구증가증의 가장 흔한 원인은 기생충 감염이며, 선진국에서는 알레르기 질환과 약물 반응이 높은 비율을 차지하고 있다. 따라서 혈액 검사에서 우연히 발견되거나 질병 치료 중 발생한 호산구증가증 환자가 알레르기 전문의에게 의뢰되는 경우가 흔하다.

호산구 표면에는 세포막 단백질이 존재하는데 이는 수용체(receptor)로 작용하여 여러 가지 기능을 나타

낸다(Shi, 2004). 호산구는 직경이 약 $8\mu\text{m}$ 로 호중구에 비해 약간 크며, 핵은 2개의 엽으로 되어 있고, 세포질에는 산성염료에 잘 염색이되는 과립을 갖고 있다(김선영, 2006; 박찬선 등, 2006). 일단 조직 내로 들어온 호산구는 말초혈액 내로 다시 들어오는 경우가 거의 없으며 신체조직 내에서 생존기간은 확실히 밝혀지지는 않았지만 쥐의 경우 정상적으로 약 2일내지 5일 정도이다.

본 연구의 시기별 집단 간 %diff.의 비교에서는 사전4주 후와 사전8주 후에서 운동 강도가 가장 높았던 A 그룹이 통제그룹을 포함한 B, C 그룹보다 상대적으로 의미 있게 증가하였다. 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 요가프로그램 실시에 호산구의 변화가 나타나지 않은 것은 요가수련이 전술한 호산구의 증감을 유도하는 질병이나 스트레스보다는 신체 내 면역기능에 미치는 자극이 낮은 것으로 생각되며 차후 연구는 요가수련 기간을 늘여서 호산구의 변화를 규명하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

(5) 호염기구(Basophil)

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

본 연구의 시기별 집단 간에서는 8주 후에 A 그룹이 통제그룹과 C 그룹보다 유의하게 증가했고, 시기별 집단 간 %diff.의 사전8주 후 시기에는 A 그룹이 통제그룹과 B, C 그룹보다 유의하게 증가하였지만 운동 중지 후에는 초기 수준으로 환원되었다. 이러한 결과는 호염기구가 호염기구 증가증인 알레르기 반응, 만성 골수구성 백혈병, 진성 다혈구증, 점액부종(myxedema) 등의 질병이나 강한 외부 자극 외에는 매우 드물게 발생한다는 Mackinnon(2000)의 주장을 뒷받침하는 것이며 요가수련처럼 적절한 자극은 호염기구의 변화에 별다른 영향을 받지 않는 것으로 보인다. 하지만 강도

가 가장 강했던 A 그룹의 경우에는 전술한 상대적으로 변화율(%) 비교에서 나타난 것과 마찬가지로 의미 있는 증가를 보인 것으로 보아 본 연구의 요가프로그램 자체가 유산소나 저항운동처럼 강한 운동은 아니지만 면역기능의 긍정적인 변화를 가져 올만한 자극으로 생각되며 차후에는 장기간 요가프로그램을 적용하여 그 결과를 알아보는 것도 필요하다고 생각된다.

호염기구의 운동 후 변화에 대한 연구가 많지 않아 공통적인 결과를 제시할 수는 없지만 나재철(2002)은 운동 후의 호염기구는 증가하거나 변화가 없다고 보고한바 있어 운동 형태와 대상, 운동강도, 운동기간 등에 따라 달리 나타나는 것으로 생각된다.

2) 면역글로블린

항원에 대한 반응으로 B림프구가 활성화되어 형질 세포로 분화되어 세포 표면 Ig가 혈청 내로 분비되어 항원과 특이하게 반응하게 되며 이런 Ig를 항체(antibody)라 한다. 항체는 B-세포에 의해 항원 특이적으로 만들어지는 산물이며, 감염에 대한 항체 생산은 적응 면역반응에서의 B-세포의 중요한 역할이다. B-세포 항원 수용체는 세포막에 부착된 항체의 형태이며 세포가 활성화되면 분비된다.

항체 분자는 보통 immunoglobulin 또는 줄여서 Ig라고 하며 B-림프구의 항원 수용체는 표면 항체분자는 보통 면역글로블린(immunoglobulin) 또는 줄여서 Ig라고 하며 B-림프구의 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).

Ig는 총 혈장 단백질의 약 20% 정도이며, 기본구조는 두 개의 동일한 경(輕) 폴리펩타이드와 동일한 중(重) 폴리펩타이드로 구성된 단일체이며, 이들 펩타이드들은 디설피이드 결합으로 연결되어 있다.

하나의 Ig 분자는 두 가지 다른 기능을 가지며, Ig

의 한 부위는 항원과 결합하고 다른 부위는 여러 가지 면역계 세포들과 탐식세포 등의 숙주조직과 결합하며, 주로 혈청과 눈물, 타액, 비뇨생식기 분비, 호흡 및 위장관 등의 점액에서 발견된다. 사람에게서는 5종의 Ig가 존재하며, 성인의 참고치는 약 12mg/ml로 이들은 기본 구조와 기능은 유사하나 크기, 구성, 특수 기능은 상이하다(이삼준, 2002)

5종의 Ig 중 IgG는 정상혈액에서 가장 중요한 기능을 하는 Ig로서 전체의 약 70-75%를 차지한다. 이들은 세균, 바이러스, 곰팡이뿐만 아니라, 독소 등과 같은 다양한 병원체에 대한 면역을 담당한다. 특히 2차 면역반응 이후에 중요한 역할을 담당하며 사람의 IgG는 대부분 태반을 통과하여 모체가 갖고 있는 항체를 나누어줌으로써 신생아에게 수동면역 능력을 제공해 주는 Ig이기도 하다.

IgA는 2차 Ig의 약 15-20%를 차지하며 소화관, 호흡기, 생식기, 비뇨기의 점액, 타액, 유즙 등 다양한 분비물 속에서 발견되는 주요한 항체로 인간은 매일 5g에서 15g의 분비성 IgA를 점막분비를 통하여 분비한다(강호영 등, 2006).

IgA는 2차 림프조직의 형질세포로부터 생성되며, 단인자(monometric) IgA은 신체의 유동액과 조직에서 항원과 결합하고 이합체 IgA는 감염에 특히 손상받기 쉬운 외부환경과 인접하는 상피의 기능을 방어하는 기능을 한다.

모유에는 신생아 생후 1개월 가량 감염으로부터 보호해 주는 분비성 IgA는 기능이 완전하지 못한 신생아의 건강을 유지하는 데 중요한 역할을 하며 성인의 혈청 내 참고치는 대략 1.8mg/ml이다.

IgA에는 보체와 결합하는 부위가 없어서 보체 활성화에 따른 염증반응의 위험이 적으며, 주로 항원과 결합하여 항원으로 하여금 분해효소 등의 작용을 받도록 하여 그들 항원이 체내로 흡수, 유입되는 것을 막는다(김선영 등, 2006).

IgM은 전체 Ig의 약 10%를 차지하며, 거의 모든 IgM분자는 혈액 속에 존재하며, 처음 만나게 되는 항원에 대한 면역반응인 1차 면역반응에서 주요한 항체이다.

IgM은 IgG의 생성을 촉진시키는 동시에 항체의 효

과를 높이는데 필요한 보체를 생성하며 성인의 참고치는 약 1mg/ml이다. 이들 IgM은 5량체의 구조를 가지며, 입자상의 항원 구조에 맞추어 형태를 바꾸어 포획하므로 특히 세균의 방어에 중요한 역할을 담당하게 된다. 즉, IgM은 응집반응을 일으키기 쉬우며, ABO식 혈액형을 구분하게 하는 항체이기도 하다(정용자 등, 1998).

IgM은 혈액 내로 들어가면 인체를 순환하면서 손상받은 조직이나 감염부위로 이동하며 IgM의 구조는 항원에 대해 강력하게 결합할 수 있게 한다(강호영 등, 2006).

본 연구의 시기별 집단 간 %diff.에서는 사전4주 후, 사전8주후와 사전12주 후의 IgA는 운동 강도가 가장 높았던 A 그룹이 통제그룹과 B, C 그룹보다 유의하게 증가하였다. 전술한 집단 간 비교에서 차이가 나지 않은 점을 감안한다면 사전 측정치에 대한 집단 간 증가율은 의미 없는 일 일지 모르지만 강도별 효과 규명 측면에서는 어떤 강도를 가진 그룹이 가장 유의한 증가를 가져왔는가를 규명해 보는 관점에서 요가수련의 면역기능 향진을 위한 강도 설정 측면의 의미 있는 과정이 될 수 있을 것이다.

A 그룹의 다른 집단과의 상대적인 비율 증가는 면역기능의 지표를 벗어난 과도한 증가인 면역기능의 향진(赤間과 和久, 2001)이 아니고 참고치 범위 안의 증가를 가져온 것이므로 면역기능의 긍정적인 상태를 나타낸다. 즉, 너무 약하거나 자극이 못 미치는 강도보다는 '힘듦에서 매우 힘듦' 정도의 요가 강도만이 Ig의 개선을 가져올 수 있음을 시사하는 것이다.

요가수련을 통한 Ig의 바람직한 변화에 대한 많은 연구가 없어 효과나 그에 따른 메커니즘을 명백하게 제시할 수는 없지만 규칙적인 요가가 운동이라는 관점에서 취급된다면 운동 그 자체가 효과성을 가지므로 요가수련이 Ig의 바람직한 변화를 가져오는 것이 명백한 것으로 보인다.

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

본 요가프로그램과 운동 강도면에서 유사한 운동을 실시한 이정인(2006)은 중년여성을 대상으로 10주간,

주 4회, 1일 50분간, 40-70%VO₂max의 강도로 걷기운동을 실시하여 IgM, IgA, IgG이 변화가 없었다고 보고하였다. 박영수(2001)도 성인여성을 대상으로 12주간 저항운동을 실시한 결과 IgA, IgD, IgE, IgG, IgM은 유의한 차가 없는 것으로 보고하여 본 연구의 운동 강도보다 상대적으로 강한 저항운동에서도 실제 혈청 Ig의 수준을 증가시키지 못한다는 것을 보고하였다. 또한 중년여성을 대상으로 저항운동을 실시하여 IgG, IgA, IgM를 알아 본 Kim(2000)과 Kang(2003)의 연구에서도 차이가 없었음을 보고하였다.

이배익(2001)도 중년여성을 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 중년여성을 대상으로 12주간, 주 5일간, 1일 50분간 수영을 실시하여 Ig의 변화를 알아 본 결과 IgG가 통제그룹은 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 group이 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 요가강도로 요가를 실시하면 운동을 중지하더라도 IgG가 계속적으로 증가하거나 유지된다는 것을 시사한다.

Gopinath 등(2003)은 2단계와 3단계의 유방암 환자들을 나이, 병 단계에 의하여 무작위로 요가치료그룹과 통제그룹으로 나누어 요가그룹에게 호흡조절기법

(pranayama)과 호흡훈련을 실시하였고, 통제그룹에게는 상담을 포함한 보조적 치료과정을 적용한 결과 요가그룹은 통제그룹과 비교하여 질병 활동성을 줄이는 것을 의미하는 혈청 IgA의 수치가 정상치 보다 크게 증가된 상태였으나 요가수련 후 참고치 범위 내로 유의하게 감소하였다고 보고하였다.

민범일 등(2004)은 알코올 의존자 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 등(2002)도 규칙적인 운동을 실시하고 있는 사람을 3집단(주당 45시간, 주당 23시간, 주당 1시간 미만)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. 또한 본 요가프로그램과 강도면이나 운동 형태면에서 유사한 걷기운동을 실시한 Wallman, Mortom, Goodman, Grove, & Guilfoyle (2004)은 만성피로증후군 대상자에게 12주 동안 점진적인 걷기운동을 실시했을 때 이완/유연성 요법을 받은 집단보다 피로가 유의하게 개선되었고 특히 정신적 피로가 유의하게 좋아졌다고 보고하여 비록 Ig를 측정하지는 않았지만 피로감이 감소한 것은 면역기능의 긍정적 변화가 일어난 것으로 추측해 볼 수 있는 것이다.

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 여중생에게 있어서는 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 않는다는 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).

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 소화에 의한 박테리아)도 저하시키게 되는 것이다.

그러나 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).

이미 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 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 발육발달 단계에 적합한 요가수련의 적절한 강도는 A 그룹에 적용된 중강도라고 생각된다.

앞으로의 요가수련과 면역기능에 관한 연구는 요가 실시 후의 면역계 변화뿐만 아니라 장기적인 실시를 통한 변화와 심리적, 신경내분비 반응 등의 복합적인

차원에서 이루어져야 할 것으로 본다.

따라서, 요가수련을 통한 효과와 프로그램 개발에 대한 많은 연구가 이루어져야 할 것이며 인간의 면역학적 항상성을 강화시킬 수 있는 적정 요가수련의 운동강도나 운동처방 및 프로그램 개발을 위한 과학적인 연구가 더욱 철실하게 요구된다.

V. 결론

본 연구는 여자 중학생을 운동그룹과 통제그룹으로 유의추출법에 의해 운동그룹은 A(8명, hard ~ very hard), B(9명, fairly light ~ somewhat hard), C(9명, very, very light ~ very light) 그룹으로, 통제그룹은 Con(8명) 그룹으로 모두 4그룹으로 구분하여 총 34명을 대상으로 하였다.

1. 면역기능

1) 백혈구

(1) 시기별 집단 간 %diff. 비교는 사전~4주 후에는 호중구가 통제그룹보다 B group이, B group보다 A group이, 통제그룹보다 C group이 증가하였고, 단구는 통제그룹-C group보다 A group이 증가하였다. 호산구는 통제그룹-BC group보다 A group이 증가하였다.

사전~8주 후에는 림프구, 단구, 호산구, 호염기가 통제그룹-BC group보다 증가하였으나 사전~12주 후에는 차이가 없었다.

2) 면역글로블린

(1) 시기별 집단 간 %diff. 비교는 사전~4주 후에는 IgG/IgA/IgM 모두 통제그룹-BC group보다 A group이 증가하였다.

사전~8주 후에도 IgG/IgA/IgM 모두 통제그룹-BC group보다 A group이 증가하였으나 사전~12주 후에는 IgM만 통제그룹-BC group보다 A group이 증가하였다.

참고문헌

- 강호영, 권병석, 김강주, 김덕률, 김영호, 박주홍, 백상기, 석경호, 이만형, 이원하, 정현택, 조영준, 최태진(2006). KUBY 면역학. 서울 : 월드사이언스.
- 김대식, 김소연, 김춘추, 민창기, 박수경, 서영훈, 엄현석, 정낙균, 정대철, 정태춘, 진종률, 한치화(2000). 면역생물학. 서울: 라이프사이언스.
- 김미숙(2003). 복합운동이 유방암절제술 환자의 건강 관련체력, 견관절가동성, 면역기능, 혈중지질 및 성호르몬에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문. 부산대학교대학원.
- 김선영, 김창환, 김태규, 김희재, 서영훈, 성정석, 엄현석, 이기현, 이미정, 정대철, 정재희, 정태준, 진종률, 최상림(2006). 면역학. 서울 : 라이프사이언스.
- 김완수, 이미라, 김영수, 한만중, 신선애, 김한수, 이권호(2004). 운동트레이닝 생화학. 서울 : 도서출판 대한미디어.
- 나재철(2002). 운동면역학, 서울 : 대경북스.
- 류호상, 김영숙, 정연택(2004). 요가활동이 중학생의 정신 건강에 미치는 영향. 발육발달학회지, 12(4), 155-162.
- 민범일, 김홍식, 김성곤(2004). 장기간 요가운동이 알코올의존자의 면역글로블린에 미치는 영향. 한국스포츠리서치, 15(1), 1075-1088.
- 박미숙, 이명수, 이채산, 김용규, 문성록, 김수근(2003). 기(氣)수련이 노인의 호르몬분비와 호중구기능에 미치는 효과. 한국스포츠심리학회지, 14(3), 249-260.
- 박성학(1998). 호산구의 생물학(Biology). 결핵 및 호흡기질환학회지, 45(2), 259-271.
- 박영수(2001). 12주간의 저항운동이 중년 여성의 면역글로블린에 미치는 영향. 한국체육학회지, 40(3), 547-553.
- 박찬선, 김태범, 조유숙, 문희범(2006). 호산구증가증의 진단과 치료 - 한국인 환자를 위한 지침 초안. 천식 및 알레르기학회지, 26(3), 186-198.
- 신희봉(2000). 하타요가 수련이 중년여성의 골밀도에 미치는 영향. 미간행 석사학위논문. 조선대학교대학원.
- 신희수(2002). 여성 고령자의 운동강도가 면역기능과 전해질에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문. 부산대학교대학원.
- 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. 미간행 박사학위논문. 전남대학교대학원.
- 이경혜, 강현숙(1996). 요가운동이 만성 요통완화에 미치는 영향. 류마티스건강학회지, 3(2), 133-143.
- 이삼준(2002). 고강도 지구성 운동이 흰쥐의 면역기능에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문. 고려대학교대학원.
- 이정훈(2004). 테라피 요가. 서울 : 한언출판사.
- 이한(2001). 기후조건과 지구성 트레이닝이 면역세포 및 stress hormone에 미치는 영향. 한국체육학회지, 40(2), 683-692.
- 전소영(2004). 요가 수련이 현대인의 심신에 미치는 영향. 미간행 석사학위논문. 대전대학교대학원.
- 전태원, 박성태(2004). 운동 강도가 림프구 이형 변화에 미치는 영향. 운동과학, 13(1), 43-54.
- 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. 대한스포츠의학학회지, 16(2), 259.
- 조준용, 이규성, 양춘호(2002). 습관적 운동과 스트레

- 스가 T-세포, NK-세포 및 면역글로블린에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 17, 365-377.
- 赤間高雄, 和久貴洋(2001). 스포츠 선수의 컨디션닝과 면역. *體育의科學*, 51(2), 119-123.
- 秋本崇之, 河野一郎(2001). 스포츠 활동時の免疫應答. *體育の科學*, 51(2), 113-118.
- Ames, C.(1989). Chemistry of marathon running. *Journal of Clinical Pathology*, 42, 1121-1125.
- Borg, G.A.V.(1982). Psychophysical Bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 14, 377-381.
- Brunnsgaard, H. & Pedersen, B.K.(2000). Effects of exercise on the immune system in the elderly population. *Immunology and Cell Biology*, 78, 523-531.
- Castell, L.M., Poortmans, J.R., Leclercq, R., Barasseur, M., Duchateau, J., & Newsholme E.A.(1997). Some aspects of the acute phase response after a marathon race, and the effects of glutamine supplementation. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 75(1), 47-53.
- Cottin, V., & cordier, J.F.(2005). Eosinophilic pneumonias. *Allerhy*.
- 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 cytolysis after footshock. *Journal of Applied Physiology*, 88, 2176-2182.
- 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.
- 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.
- Gopinath ,K.S., Rao, R., Raghuram, N., Rama Rao, N., Shirley, T., Vinay, C., Chandrashekara, S., & Srinath, B.S.(2003). Evaluation of yoga therapy as a psychotherapeutic intervention in breast cancer patients on conventional combined modality of treatment. 2003 ASCO Annual Meeting.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Kang, H.S.(2003). Study on the effect resistive of training program on the iron content and serum lipid, immunity of middle-aged women. *J of Sports and Leisure Studies*, 19, 1047-1056.
- Kim, M.H.(2000). Effect of resistance training on immune function in middle aged women. *The Korean J of Physical Education*, 39(4), 402-413.
- 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.
- Mackinnon(1993). *Exercise & Immunology*. Champaign, IL, Human Kinetics.
- 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. *Immural Cell Biol*, 78(5), 502-509.
- Mackinnon, L.T.(2000a). Chronic exercise training effects on immune function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, S369-S376.
- Malm, C., Lenkei, R. & Sjodin, B.(1999). Effects of eccentric exercise on the immune system in men. *Journal of Applied Physiology*, 86, 461-468.
- 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.
- Nieman(1989). Complement and immunoglobulin levels in athletes and sedentary controls. *Int. J. Sports Med*, 10, 124-128.
- 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., 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.
- Pedersen, B.K. & Toft, A.D.(2000). Effects of exercise on lymphocytes and cytokines. *British Journal of Sports Medicine*, 34, 246-251.
- Reyes, M.P. & Lerner, A.M.(1976). Interferon and neutralizing antibody in sera of exercised mice with Cocksackie virus B-3 myocarditis. *Proceedings of The Society for Experimental Biology and Medicine*, 151, 333-338.
- 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.
- Smith, L.L.(2003). Overtraining, excessive exercise and altered immunity. *Sports Medecine*, 33(5), 347-364.
- 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.

- Wallman, K.E., Mortom, A.R., Goodman, C., Grove, R., & Guilfoyle, A.M.(2004). Randomised controlled trial of graded exercise in chronic fatigue syndrome. MJA. Medical Journal of Australia. 180(9), 444-448.
- Wilkins, H.J., Crane, M.M, Copeland, K, & Wlliams, W.V.(2005). Hypeeosinophilic syndrome: an update. Am J Hemato.

접 수 일 : 2008. 01. 10.

게재확정일 : 2008. 02. 14.

