



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

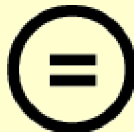
다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

체육학석사 학위논문

웨이트 트레이닝 후 회복방법의 형태가
면역globulin 및 항산화 효소에
미치는 영향



2011년 2월

부경대학교 대학원

체 육 학 과

장 병 호

체육학석사 학위논문

웨이트 트레이닝 후 회복방법의 형태가
면역globulin 및 항산화 효소에
미치는 영향

지도교수 신 군 수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함.

2011년 2월

부경대학교 대학원

체 육 학 과

장 병 호

장병호의 체육학 석사 학위논문을 인준함.

2011년 2월 28일



주 심 교육학 박사 박 형 하 인

위 원 이 학 박사 김 용 재 인

위 원 이 학 박사 신 군 수 인

ABSTRACT

The effect on an immunoglobulin and anti-oxidizing enzyme arising from the variety of cooldown after workout

Jang, byoung ho

Department of Physical Education
Graduate School
Pukyung National University
Directed by Professor Shin, Koun Soo, ph. D.

This research is aimed to prepare effective countermeasure such as walking, stretching and static rest for a survey of a man in his twenties in response to oxidative damages after high level of weight training, due largely to finding the most effective cool-down exercise in a way of sensing changes in level of anti-oxidation enzyme, SOD, CAT and tissue damaged measure, MDA and immunity Glibluin.

The target of this research consist of 24 males in their twenties, and divided into 3 groups in a way of recover form ; running, stretching and static resting. It lasted for 12 weeks and measured the immunity Glibluin such as IgA, IgG, IgM and anti-oxidation enzyme such as SOD, CAT, MDA.

Processing was two-way ANOVA with repeated measure by SPSS

17.0Program, significance level was $p < .05$.

The result of this research shows that IgA was seemed to be a significant difference between walking and stretching group in before-after workout but wasn't among the whole groups.

IgG and IgM were seemed to be a significant difference in before-after workout but weren't among the whole groups.

CAT was seemed to be a significant difference between walking and stretching group in before-after workout but wasn't among the whole groups.

MDA was seemed to be a significant difference in walking group in before-after workout, and cool-down and walking and stretching group seemed a lower figure than static resting group.

SOD was seemed to be a significant difference in walking group in before-after workout, and cool-down, but wasn't among the whole groups.

As the final outcome, active rest such as walking and stretching shows more positive change for immunity, anti-oxidation function, than static rest especially walking is the most effective way to improve immunity, anti-oxidation function.

목 차

I. 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	3
3. 연구의 문제	3
4. 연구의 제한점	4
5. 약어 및 용어의 정의	4
II. 이론적 배경	6
1. 웨이트 트레이닝의 특징	6
2. 회복방법	7
3. 회복방법과 면역globulin	8
4. 회복방법과 항산화효소	12
III. 연구방법	16
1. 연구대상	16
2. 측정도구	16
3. 측정항목의 선정	17

4. 측정방법	17
5. 실험계획 및 방법	19
6. 자료처리	23
 IV. 연구결과	24
1. 면역globulin	24
2. 항산화효소	30
 V. 논의	36
1. 면역globulin	36
2. 항산화효소	40
 VI. 결 론	45
 참고문헌	47

표 목 차

표 1. 피험자의 신체적 특성	16
표 2. 측정도구 및 항목	16
표 3. 웨이트 트레이닝 프로그램	21
표 4. 정리운동 프로그램	22
표 5. IgA의 평균과 표준편차	24
표 6. 집단과 시점별 IgA의 변량분석 결과	25
표 7. IgG의 평균과 표준편차	26
표 8. 집단과 시점별 IgG의 변량분석 결과	27
표 9. IgM의 평균과 표준편차	28
표 10. 집단과 시점별 IgM의 변량분석 결과	28
표 11. CAT의 평균과 표준편차	30
표 12. 집단과 시점별 CAT의 변량분석 결과	30
표 13. MDA의 평균과 표준편차	32
표 14. 집단과 시점별 MDA의 변량분석 결과	32
표 15. SOD의 평균과 표준편차	34
표 16. 집단과 시점별 SOD의 변량분석 결과	34

그 립 목 차

그림 1. 집단과 시점별 IgA의 변화	25
그림 2. 집단과 시점별 IgG의 변화	27
그림 3. 집단과 시점별 IgM의 변화	29
그림 4. 집단과 시점별 CAT의 변화	31
그림 5. 집단과 시점별 MDA의 변화	33
그림 6. 집단과 시점별 SOD의 변화	35



I. 서론

1. 연구의 필요성

유산소 운동은 건강과 체력을 증진시키고 호흡 순환계 기능을 향상시켜 심혈관계 질환 등 각종 성인병을 예방하고 치료하는데 효과적인 운동이다(김영빈, 2004). 그러나 활성산소는 인체조직의 산화적 손상을 유발시킨다(Ji, 1996).

더욱이 세포막에서 활성산소와 지질이 결합될 경우 과산화 지질의 형태로 변형되는데(DeWitt, Jenkins, Tidwell & Prough, 1996), 이는 MDA(Malon-dialdehyde)수준으로 조직손상을 추정할 수 있으며, 혈관이상초래, 동맥경화, 인슐린 비의존성 당뇨병, 고혈압의 원인이 될 수 있다고 하였다(신말순, 김영표, 이강우 2002).

또한 고강도의 운동은 면역 억제를 이끌고(Hoffman-Goetz & Pedersen, 1994), 감염성 질병의 위험을 증가시킨다(Nieman, 1997). 16주간의 요가운동은 항산화 효소 활성도의 증가와 과산화지질 감소로 긍정적인 방향으로 변화시킬 수 있는 운동이라는 것을 확인할 수 있었다. 즉 요가운동은 활성산소기능의 억제와 항산화 효소 증가를 통하여 신체방어능력이 향상되어 건강한 일상생활을 영위하는데 도움을 줄 수 있을 것이라고 하였다(김동희, 박해서, 백종수, 이하연 외 3인, 2007).

이에 반하여 적절한 강도를 벗어난 고강도 운동이 산화적 스트레스를 유발하며, 과도한 스트레스는 체내 항산화 방어 체계를 무너뜨리고 결국

산화적 손상의 원인이 되는 지질과산화물의 생성을 증가시킨다(이복환, 정성태, 김해리와 정덕조, 2001).

등장성 혹은 등척성 정리운동이 동적 근력회복에 미치는 효과에 대하여 연구한 신성녀, 김정문, 임은교와 이충휘(1994)는 말초에 Blood Pooling을 방지하고 현기증과 실신예방, venous return을 증가시켜 회복을 촉진시킨다. 또한 신전운동에 의해 근 경련과 근육통을 방지한다고 하였다.

정은숙과 박형숙(1997)은 에어로빅운동이 비만여대생의 신체조성, 심폐기능, 혈청지질 및 항산화물질에 미치는 영향에서 저 강도의 꾸준한 유산소성 운동이 신체조성 및 혈중지질의 개선과 심폐기능의 향상에 긍정적인 영향을 미치는 동시에 항산화계의 활성화를 촉진시킬 수 있다고 하였다.

또한 김용안과 김훈(2005)은 회복방법에 따른 SOD, CAT 및 MDA의 변화에서 40%Vo₂ max 수준에서 활동성 회복을 수행한 회복기 10분, 30분에 혈중 항산화 효소인 SOD, CAT가 유의하게 증가하였다고 보고하였다.

정리운동에 대한 대부분의 선행연구는 젖산회복과 근 피로에 관한 내용이 주를 이루고 있으며, 정리운동의 형태에 따른 항산화계 및 면역 globulin의 변화에 관한 연구가 많이 부족한 실정이다.

따라서 대부분의 건강한 20대 남성의 웨이트 트레이닝 실시 목적은 근 질량의 성장 및 근력의 증가에 초점을 맞추고 있어 최대강도로 운동을 실시하는 경우가 많아 웨이트 트레이닝 시 활성산소에 대한 노출과 항산화 효소의 활성저하 및 면역기능의 감소가 예상되므로 고강도의 웨이트 트레이닝 후 신체를 보호할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 20대 남성을 대상으로 고강도의 웨이트 트레이닝 후 걷기, 스트레칭, 정적 휴식을 각각 취하여 항산화효소인 SOD(Superoxide Dismutase), CAT(catalase)와 조직손상지표인 MDA(Malondialdehyde) 및 면역globulin의 변화를 살펴보았다.

또한 항산화 방어기전에 어떠한 방법의 정리운동이 보다 긍정적인 효과를 나타내는지를 알아보기 위하여 일반인들의 고강도 운동 후 나타날 수 있는 산화적 손상에 대한 효과적인 대응책을 모색하기 위함이다.

3. 연구의 문제

본 연구에서 밝히고자 하는 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

- 1) 12주간의 저항운동 후 걷기의 정리운동을 실시하여 면역globulin 및 항산화 효소의 변화에 대하여 밝힌다.
- 2) 12주간의 저항운동 후 스트레칭의 정리운동을 실시하여 면역globulin 및 항산화 효소의 변화에 대하여 밝힌다.
- 3) 12주간의 저항운동 후 정적 휴식을 실시하여 면역globulin 및 항산화 효소의 변화에 대하여 밝힌다.

4. 연구의 제한점

본 연구의 제한점은 다음과 같다.

- 1) 피험자는 20대 P대학의 남자대학생들을 대상으로 하였다.
- 2) 측정 시 개인의 심리적 상태와 유전적 특성은 고려하지 않았다.
- 3) 피험자들의 일상생활은 통제하지 않았다.

5. 약어 및 용어의 정의

1) 면역globulin

- (1) 단량체(Immunoglobulin G : IgG) : IgG는 면역globulin의 70~75%를 차지하며 옵소닌작용을 가지며 태반을 통과 할 수 있는 항체이다 (조우형, 2004).
- (2) 이량체(Immunoglobulin A : IgA) : 주로 타액이나 기관지 점막, 비뇨기계 점막들 상피세포에서 분비되며, 호흡기 및 소화기에서 국소감염에 대한 일차 면역방어로서 중요한 작용을 한다(조우형, 2004).
- (3) 오량체(Immunoglobulin M : IgM) : 혈액 내 면역globulin 총량의 10%정도 차지하며 1차 면역반응 때 많이 분비된다. IgM에 속하는 항체로는 동종 적혈구응집소, 한랭응집소, Forssman 항체 등이 있다 (조우형, 2004).

2)항산화 효소(Free radical)

- (1) SOD(Super oxide dismutase) : 산화적 스트레스(Oxidative stress)를 가장 먼저 방어하며, 효소의 한 종류로 superoxide radical을 과산화 수소(H_2O_2)와 물(H_2O)로 환원시키는 작용을 한다(이윤미, 2007).
- (2) CAT(Catalase) : SOD의 작용으로 만들어진 과산화 수소를 물과 산소로 무독화시키는 항산화 효소이다(배철웅, 2002).
- (3) MDA(Malon-dialdehyde) : 활성 산소에 의해 지질이 산화되어 생성되는 지질대사산물(지질과산화물질)로서 활성산소에 의한 산화를 측정하는 기준 물질이다(이윤미, 2007).

Ⅱ. 이론적 배경

1. 웨이트 트레이닝의 특징

웨이트 트레이닝은 신체 각 부분을 바벨이나 덤벨, 고무튜브, 혹은 자신의 체중을 이용하여 근 비대나 신경계의 활성화 등을 일으켜 근 기능을 향상시키는 트레이닝을 말하며 전통적으로 고부하와 저반복 운동을 실시하는 대표적인 저항운동이다(박창현, 2005).

또한 심폐지구력 증가에만 많은 관심이 집중되었던 과거와는 달리 건강한 삶을 위한 체력 증진에는 심폐지구력 외에도 근력, 근지구력 및 유연성 등과 같은 요소들도 함께 포함되어야 한다고 하였다. 따라서 신체 각 부위의 근육기능을 향상시킬 수 있는 웨이트 트레이닝에도 관심을 가져야 한다고 하였다(장경태와 안종철, 1998).

근력운동은 운동선수의 체력향상을 위해서 이용되었으나 그 효과가 일반인에게도 알려지면서 건강관리의 효과적인 방법으로 적용되고 있다고 보고하였다(이용수, 조성계, 김영수, 김의수, 1992).

규칙적인 저항운동은 연령과 성별을 불구하고 체지방량과 기초 대사량이 증가되어 신체와 조직의 활성화와 함께 생활습관에 따른 질환의 발병률을 감소시키는데 중요한 중재 역할을 하며, 저항운동으로 인한 근력과 근 질량의 증가는 자신감증가 및 피로에 대한 저항력 증가 및 체중감소로 이어져 삶의 질이 개선될 수 있다(유재현, 김성수, 김명기, 윤성진 외 5인 2004).

또한 웨이트 트레이닝은 근육을 증가시킬 뿐만 아니라 근육의 활성화를 현저하게 높여 주므로 스포츠의 보조 운동으로서 유효하며, 각종의 신

체적 교정이나 치료를 위한 운동으로서도 매우 유효하고 이용범위가 넓은 트레이닝 법이다(김양식, 2000). 그리고 좁은 공간에서 짧은 시간 내에 많은 운동효과를 거둘 수 있는 운동종목으로 근비대, 근력과 근지구력, 순환기능을 강화하여 운동선수의 경기능력을 향상시킨다고 하였다(이석인, 1990).

근력 트레이닝은 동적이며 지속적인 외부저항, 다양한 저항, 그리고 운동과 세트수, 반복회수를 다양하게 복합한 등속성 트레이닝 프로그램에서 남녀 모두의 체지방을 감소시키며 체지방 조직을 증가시킨다고 보고되었다(Kraemer, Voleck, Bush & Putukian 외 2인, 1998).

웨이트 트레이닝은 많은 운동단위를 동원시킬 수 있어 근 세포의 성장 및 근력의 발달을 촉진시키며, 성장호르몬의 분비를 직접 자극함으로써 호르몬의 분비 빈도와 분비량을 직접적으로 증가시킨다고 보고하였다(김선호, 김동희, 고영호외 2인 2001).

2. 회복방법

회복운동은 격렬한 신체활동 직 후에 곧 바로 자리에 앉아 휴식을 취하는 정적휴식방법과 가볍게 움직이면서 운동했던 강도를 서서히 줄여나가는 동적 휴식방법이 있다. 격렬한 신체적 활동 후에는 일반적으로 정적휴식보다는 동적 휴식방법을 선호하는 경우가 있다. 이는 심한 신체적 활동 후에 근육 속의 혈류량을 유지하여 피로물질인 젖산의 제거를 촉진하고 단계적 호흡조절을 통해 인체의 산성화 상태를 완충해 주도록 하기 때문이다(윤재상, 1998).

과격한 운동을 끝낸 후에 곧바로 자리에 앉아서 회복을 취하는 정적방법보다 가볍게 움직이면서 운동했던 강도를 서서히 줄여가면서 처음의 안

정시 상태로 진입해 오는 동적인 회복방법이 체내에 쌓인 운동 피로물질인 젖산을 제거하는데 훨씬 효과적이며, 운동했던 근육 속에 혈류량을 일정하게 유지하여 피로물질인 젖산제거를 돕도록 하고 지속적인 호흡작용으로 운동 시에 인체가 산성화되었던 것을 완충시켜주는 것이다(정현철, 1999).

이에 대하여 빠른 젖산제거를 위한 회복방법으로 움직임이 없는 정적인 정리운동 방법보다는 가벼운 움직임을 통한 동적인 정리운동 방법이 산소공급 및 혈액순환의 측면에서 빠른 회복을 이룰 수 있는 것으로 간주하고, 최대산소섭취량의 30~55 %수준에서의 움직임을 통한 정리 운동 방법이 보다 효과적이라는 것을 보고한 바 있다(윤미자, 1992).

현대무용 수행 후 회복운동 방법이 심박수 및 혈중 젖산변화에 미치는 영향에 대하여 연구한 윤재상(1998)은 무용연습에 따른 혈중젖산의 변화는 무용 후 휴식시간 10분과 20분에서 혈중젖산의 제거율은 동적회복 방법에서는 86.3 %, 점진적 근 이완회복 방법은 72.0 %, 정적 회복집단이 60.0 %를 나타냈다. 즉 동적회복 및 점진적 근 이완법과 정적회복 방법 간에 유의한 차이를 보였다. 이는 무용 직후 젖산변화는 정적회복 보다는 동적회복 및 점진적 근 이완방법이 더욱 효과적이라고 보고하였다.

이와함께 Fox(1981)는 활동성 회복운동의 최적 강도로서 일반인의 경우 30~40% VO_{2max} 로, 운동선수를 포함하여 장기간의 트레이닝을 실시한 경우 50~60% VO_{2max} 가 적당하다고 주장하였다.

3. 회복방법과 면역globulin

항체란 이종물질의 자극에 의해서 생체 세포가 생성하는 특수한 혈청 단백질로서 자극한 해당 항원(antigen)과 특이적(specific)으로 반응하는 물질이다. 항체(antibody)는 항원(병원미생물)에 직접 결합하여 항원을 응집하거나, 항원이 분비하는 독성을 중화하는 성질을 가지고 있다. 체액성 항체는 주로 혈장(혈청)내에 존재한다. 이 항체는 B세포로부터 만들어진 다. B세포는 형질세포로서 5개의 면역globulin을 분비한다. 이 중에서 IgM은 항원에 폭로될 때 초기에 작용하고, 이어서 세균을 opsonin화시켜 식세포의 탐식을 도와주고 세균의 독소도 중화시킨다. 또한 IgA는 기도나 소화관의 점막의 방어에 중요한 역할을 하고 있다(오찬호, 1995).

모든 면역globulin은 비슷한 구조적 양식(patterns)을 가졌으나 그 항원성과 아미노산 서열(sequence)에 있어서는 많은 차이가 있다고 한다. 면역globulin은 대략 82~96%의 polypeptide와 4~18%의 탄수화물(carbohydrate moiety)을 포함 하는 당단백질(glycoprotein)이다. 면역globulin 분자는 일반식(H_2L_2) $_n$ 으로 표현되는데, 같은 수의 H-chain(Heavy chain)과 L-chain(light chain), 그리고 약간의 탄수화물로 구성되어 있으며, 각 polypeptide chain(H-chain과 L-chain)은 가변부위(variable region)에 대해서 하나의 유전자, 그리고 불변부위(constant region)에 대해서 하나의 유전자, 즉 최소한 2개의 유전자에 의해서 coding되면서 합성되는 것으로 알려졌다(이정국, 1998).

오량체(IgM)는 단량체와 오량체 형태로 존재한다. B세포 표면에 부착되어있어 항원수용체로서 기여한다. 오량체는 혈장에서 순환하고 일차반

응중 혈장세포에 의해서 방출되는 첫번째 Ig클래스이다. IgM 형성을 이끌어내는 병원체에 의해 현재의 감염을 나타내는 혈장에서 IgM의 출현 때문에 진단학적으로 유용하다. 수많은 항원결합부위 때문에 IgM은 잠재적인 응집원이고 보체를 고정시키며 활성화 시킨다(나재철, 2002).

단량체(IgG)는 혈장에서 가장 풍부하고 다양한 항체이며 순환항체의 75~80%를 차지한다. 그것은 혈액과 림프에서 순환하는 세균, 바이러스 및 독소에 대해 보호하고 보체를 고정시키며 일차 및 이차적 반응의 주요 항체이다. 이것은 태반을 가로지르고 산모부터 태아까지 수동 면역을 준다(나재철, 2002).

이량체(IgA)는 혈장에서 제한된 양으로 단량체로 존재한다(Green, Kappliedan, Rabin, Stanitski, & Zdziarski, 1981). 분비성 IgA로서 언급되는 이량체는 타액, 땀, 장액 및 유즙과 같은 인체분비물에서 발견된다. 상피세포 표면(점막과 표피 포함)에 병원체의 부착을 예방한다(나재철, 2002).

인간의 건강과 항상성을 유지하는데 필수적 역할을 수행하는 면역계는 선천성 및 후천성 면역기능으로 분류되며, 운동학자는 후천성 면역기능으로써 운동 유형이나 운동 강도 및 운동 지속시간에 따른 세포면역반응에 대해 많은 관심을 가지고 있다(민범일, 2003).

인체의 방어기전은 크게 두 가지로 구분된다. 그 하나는 선천성 방어기전이고 다른 하나는 후천성 방어기전인데 후자가 면역의 실체가 된다. 선천성 방어기전은 상피조직이나 PH, 효소, 백혈구, 혈청단백 등과 같은 것으로써 특성상 비 특이성을 가진 반면에 후천성 방어기전은 항체나 림프구 등으로써 특이성을 갖고 있다. 후천성 방어기전은 면역반응의 실체

로 특이하게 자극되기 전까지는 아무런 활동을 하지 않고 조용히 대기상태에 있다. 이는 어느 때나 적당한 자극이 있을 때 활성화 될 수 있는 준비상태에 있는 것이다(김혜정, 2002).

27명의 국가대표 수영선수들을 대상으로 세계선수권대회 준비를 위한 주당 25시간 트레이닝을 실시한 결과에서 혈청 IgA, IgG, IgM, 타액 IgA 및 타액 IgA/알부민 비가 감소를 나타내었다고 보고하였으며(Gleeson, McDonald, Cripps & Pyne 외 2인(1995), 장기간의 고강도 훈련은 오히려 면역 억제를 유발시킬 수도 있기 때문에 순환하는 말초혈액 내의 호중구의 기능과 혈청 및 타액(salivary) 면역글로블린 축적의 감소가 일어나고, 자연살해세포의 수와 세포독성능력이 감소하게 된다고 보고하였다(Mackinnon, 1996).

또한 운동에 따른 점액면역글로블린의 반응을 살펴보면 중정도 운동은 타액 IgA치를 변화시키지 않지만, 마라톤, 사이클, 장거리 수영 등 격심한 지구성 운동은 타액 IgA치를 감소시키는 것으로 알려졌다(고향순, 2009).

혈중 면역globulin과 보체는 운동전과 차이가 없다고 하였다(Green, 1981; Hanson, 1981). 그러나 타인 내 면역globulin(IgA)의 운동전·후 저하현상을 관찰함으로써 대부분의 항체생산은 T세포나 항원제공세포(APC)의 도움을 필요로 하고 있어 T림프구의 기능 및 APC의 기능저하는 항체생산에 영향을 미칠 수도 있는데 이때, 운동이 T림프구 및 APC에 부정적 영향을 미친다면 운동에 의한 항체생산도 영향을 받을 수 있을 것이라고 하였다(Tharp, Barense, 1990).

4. 회복방법과 항산화효소

인체에서 생성되는 활성산소종은 화학적 친화력이 크기 때문에 각종 세포들과 반응하여 세포의 구조적, 기능적 변화를 가져오고 결국 세포막을 파괴시키게 된다. 또한 DNA에 손상을 주어 유전정보를 파괴시키며, 필수효소들을 무력화시키는 것으로 알려져 있다. 이러한 결과는 각종 질병을 유발 또는 악화시키며 노화과정에도 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다 (Gutteridge, 1992).

동맥벽이 전체적으로 저 산소 상태가 되면 전자 수용체로서의 산소가 부족하고 쌍을 이루지 못한 전자가 생기므로 활성산소가 조직 내에 증가해 과산화지질 농도가 증가하게 되는 것이다(주용식, 이상우, 서해근, 김준모, 정종윤, 강신범, 2004).

하지만 세포는 유리기로부터 세포를 보호하기 위하여 구획화와 항산화 방어체계를 갖추고 있으며 항산화작용을 하는 것으로는 글루타치온 과산화효소, 초과산화물 불균등화 효소(SOD), 카탈라아제와 같이 세포내에서 생성되는 효소와 약품으로써 유리기의 제거효과를 가지는 베타카로틴, 알파토코페롤, 요산, 세레니움, BHT(bidutyhydrox-yltoluene)과 BHA(butyl hydroxyanisol)등이 있으며, 이들은 유리기가 체내에 축적되는 것을 효과적으로 억제하는 작용을 하고 있으나 생성된 유리기와 이에 대항하는 세포방어계의 아주 미세한 시간차이로 반응성이 큰 이들 유리기의 공격으로 세포가 손상을 받을 수 있다. 따라서 세포내의 이들 항산화제의 농도를 일정한 수준으로 유지하는 것이 중요하다(이강평, 1997).

활성산소종은 심근경색이나 심혈관계 질환, 각종 암, 관절염, 백내장,

그리고 폐기종 등의 원인이며, 노화(aging)를 촉진한다(Packer & Colman, 1999).

인체는 라디칼에 의한 손상을 예방하고 방지하기 위한 항산화 효소와 비효소계 항산화제등이 있다. 이들은 자유 라디칼을 제거하고 세포의 파괴를 억제하는 역할을 하며, 자유 라디칼을 제거한 후 항산화 효소를 재생하여 항산화 능력을 배가한다. 또한, 인체의 미토콘드리아 matrix나 각 조직에는 항산화 효소가 존재하여 활성산소에 대한 방어역할을 증명하였다(Chandan, Lester & Osmo, 1994).

조직에서 생성된 항산화 효소는 유리산소기로부터 세포를 보호하고 지질과산화 작용을 억제시킨다. 이러한 효소는 superoxide dismutase(SOD), glutathione peroxidase(GPX), catalase(CAT) 등이 보고되고 있다(Fridovich, 1986).

SOD는 산소분자에 나머지 전자들에 의해서 생성되는 과산화 음이온을 제거하는 역할을 하고 반응을 촉매시킴으로써 과산화 음이온을 제거하며, 과산화 음이온으로 산화된 산소는 나머지 과산화 음이온을 환원하여 과산화수소를 생성한다(Halliwell, 1991).

이 과산화수소에 CAT가 작용해서 물과 산소로 분해하여 유해 산소를 제거한다. 과산화 수소 분해 효소인 CAT는 호기성 세포에 많이 분포되어 있으며, 이러한 효소는 운동에 따른 신체의 적응상태와 밀접한 연관이 있다(Loewen, Switala, & Triggs-Raine, 1985; Storz, Jacobson, Tartaglia & Morgan 외 2인, 1989).

일반적으로 가장 효과적인 효소계 항산화제로는 superoxids dismutase(SOD), 카탈레이즈(catalase) 및 글루타타이온계(glutathione

system)들로 알려져 있으며 이들은 미토콘드리아의 매트릭스(matrix)나 각 조직에 존재하여 산소 자유 라디컬 및 반응성 산소화합물의 독성을 제거함으로써 생체 항상성(homeostasis)을 유지하는 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Sen, Okawara, Suzuki, Taniguchi, Hanminen, & Ohno, 1994).

인체는 세포손상 예방을 위해 SOD, cat 그리고 GPX(glutathione peroxidase)와 같은 항산화 효소를 생성시키는데, 이 효소들이 올바른 기능을 하기 위해서는 유리기 제거 효소(free radical scavenger)로 불리는 구리, 아연, 셀레늄과 같은 특정 영양소들을 반드시 갖고 있어야 한다(Alessio, Goldfarb, & Cao, 1988).

하지만 고강도운동으로 생성된 활성산소가 지방산과 결합이 될 경우 과산화지질의 형태로 변환되어 연쇄반응을 일으켜 신체의 산화적 손상, 세포변이, 뇌졸중, Behcer's syndrome 및 관절 류마티스 Nagasaki병에서 활성 산소의 생산 증가가 알려졌다(Leeuwenburgh & Heinecke, 2001).

과도한 운동으로 산화가 촉진되면 스트레스를 유발하여 활성산소를 증가시키며 지질과산화를 촉진하여 에너지 대사물, 내분비, 면역물질의 과도한 분비를 유발하나 항산화제의 투여로 고강도 운동 시 산화로 인한 세포 손상이나 피로에 대한 방어나 억제 효과가 나타났다고 하였다(이강평, 1997).

이러한 산화적 손상의 예방책으로 간, 신장, 적혈구 세포에 상대적으로 높게 분포하고, 조직사이 및 세포에 분포되어 있는 항산화효소 중 SOD는 강도 높은 운동으로 생성된 과산화음이온을 제거하고 과산화 음이온으로 산화된 산소는 나머지 과산화 음이온과 환원하여 과산화수소를 생성하는 역할을 하며(Halliwell, 1991), CAT는 SOD에 의하여 생성된 과산화수소

를 물로 환원시키는 효소로서 세포의 손상을 방지하는 중추적인 역할을 하는 효소이다(Beayuchamp & Frkdovich, 1990).



Ⅲ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 P광역시에 거주하며 건강에 이상이 없고, 규칙적인 운동프로그램에 참여한 경험이 없는 20대 남성 24명을 대상으로 하여 웨이트트레이닝 후 회복방법에 따라 걷기집단 8명, 스트레칭집단 8명, 정적 휴식집단 8명으로 구분하였다. 피험자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 피험자의 신체적 특성

구분	인원 (n)	연령(yrs)	신장(cm)	체중(kg)
걷기집단	8	23.6±2.39	178.5±6.12	78.6±5.88
스트레칭집단	8	24.8±3.04	177.8±5.22	77.9±6.22
안정집단	8	23.9±2.47	177.9±6.38	80.2±5.55

2. 측정도구

측정도구 및 용도는 <표 2>와 같다.

표 2. 측정도구

기기	모델명	제조국	용도
	GC/MS		
MDA분석기	Finnigan GCQ 800 with auto sampler	미국	MDA분석
CAT분석기	Cobas MIRA	미국	CAT분석
면역globulin 분석기	Beckman Arby System Analyzer	미국	면역globulin 분석
SOD자동분석기	Cobas MIRA	미국	SOD분석
원심분리기	VS-4000	미국	혈액성분 분리

3. 측정항목의 선정

본 연구에서는 20대 남성을 대상으로 웨이트 트레이닝 후 회복운동의 형태에 따른 SOD, CAT, MDA, 면역globulin의 변화를 알아보기 위해 다음과 같은 세부요인으로 나누어 측정항목을 선정하였다.

1) 측정항목

(1) 체격측정

① 신장

② 체중

(2) 면역globulin 측정

① 단량체(Immunoglobulin A : IgG)

② 이량체(Immunoglobulin G : IgA)

③ 오량체(Immunoglobulin M : IgM)

(3) 항산화효소 측정

① 항산화 효소(Super oxide dismutase : SOD)

② 카탈라아제(Catalase : CAT)

③ 과산화지질(Malon-dialdehyde : MDA)

4. 측정방법

1) 혈액분석

혈액채취의 사전검사는 웨이트트레이닝 전에 실시하였고, 사후검사는 정리 운동을 마친 후 바로 실시하였다. 혈액채취는 주정맥에서 16_{ml}를 채

혈하였으며, S의료재단에 의뢰하여 분석하였다.

(1) 면역globulin

항원항체 반응의 결과 면역precipitation의 미립자를 Nephelometer에 의해 Light scattering intensity의 변화를 측정하는 검사 원리를 이용하여 IgA, IgG, IgM은 각 검사 항목마다 당일 4°C에 냉장 보관된 0.1ml 이상의 혈청을 Immunoneperometry 검사방법을 이용하여 Beckman Arby System Analyzer로 분석하였다.

(2) 항산화 효소

① SOD분석

SOD분석절차는 헤파린 처리된 전혈을 사용하여 각 검체의 헤모글로빈을 측정 기록한 후 적혈구를 세척하기 위하여 전혈1.0ml와 0.85%의 Nacl을 혼합하였다. 위 용액을 원심분리용 tube를 사용하여 3000rpm에서 10분간 원심 분리하였다. 상청액 제거 및 적혈구 손실을 주의하면서, 위의 세척과정을 4회 반복 실시하였다. 이후 차가운 2차 증류수를 첨가하여 최종량이 2.0ml가 되도록 추가하고, 혼합한 용액을 4°C에서 15분간 배양시킨 후 0.14mMol/L Phosphate butter(ph7.0)를 이용하여 25배 희석하였다. 그 후 전 처리한 검체를 자동분석기(cobas MIRA)를 이용하여 505nm 흡광도에서 측정하였다.

② CAT분석

CAT의 활성도는 비색법(color-imrtric assay method)을 이용하여 분석하였으며, 혈청 1.0ml에 인산 완충액 2ml를 첨가 및 45mm 과산화수소 1ml 첨가 후 교반, 37°C에서 30분간 배양하고, 반응 정지액인 황산티산 용액 1ml첨가 후 혼화하여 실온 상태에서 15분간 배양하고, 560nm에서 흡

광도를 측정하였다.

③ MDA분석

MDA분석 절차는 sample과 sample blank에 200 μ l씩 검체를 분주하고, reagent blank에는 증류수(D.W) 200 μ l를 분주하였다. 그 후 0.5mol butylated hydroxy toluene를 10 μ l씩 sample, standard blank, reagent blank에 분주한 후 희석된 reagent 1을 650 μ l sample, standard blank, reagent blank에 각각 분주하였다. 이것을 섞은 다음 36°C의 HCL을 각각 150 μ l씩 분주하여 섞은 후, 45°C에서 60분간 배양 하였다. 그 후 ice bath에 넣은 다음 15,000Xg에서 10분간 원심분리 하였다. 그 후 맑은 상청액을 cuvette에 옮겨 586nm에서 흡광도를 측정하였다.

5. 실험계획 및 방법

1) 웨이트 트레이닝 프로그램

웨이트 트레이닝 실시 전 준비운동은 세 집단 모두 걷기와 스트레칭을 각각 10분 총 20분을 실시하였으며, 웨이트 트레이닝 시간은 50분간 실시하였다. 운동기구는 Weight machine, Barbell과 Dumbbell을 이용하였다. 프로그램 실시 전 1RM test를 위하여 자세교정을 실시 한 후 운동 강도를 설정하기 위하여 간접측정 방식[$1RM = \text{들어올린무게(kg)} / 1.0278 - (\text{반복횟수} \times 0.0278)$]을 이용하여 측정하였다. 구체적인 트레이닝 프로그램은 <표 3>과 같다.

2) 정리운동 프로그램

(1) 걷기 정리운동 프로그램

웨이트 트레이닝이 끝난 후 걷기 운동을 실시하는 집단은 정성태, 김광희, 김현수, 남상남 외 5명(2005)의 연구결과를 참조하여 정리운동 시 가장 보편적인 속력으로 알려진 4km/h로 걷기를 10분간 실시하였다.

(2) 스트레칭 정리운동 프로그램

스트레칭집단은 각 부위별 2종류의 스트레칭을 각각 30초간 실시하였고, 스트레칭 사이의 휴식시간은 자세교정을 포함하여 20~25초로 하였으며 총 소요 시간은 10분간 실시하였다.

(3) 정적 휴식 프로그램

안정휴식은 앉은 자세나 누운 자세를 실시하여 운동 후 신체활동을 최소화 시켜 10분간 안정을 취하였다.

표 3. 웨이트 트레이닝 프로그램

구분	종목	운동방법	운동 강도	반복 횟수	세트 (회)	휴식 (초)	효과 부위
준비운동		전신 스트레칭 및 걷기 다리-어깨-허리					
웨이트 트레이닝	bench press dumbbell fly	누워서 밀기 누워서 날기	70%	12	2	60~70	대흉근
	barbell curl, concentration curl	역기 굴곡하기 앉아서 집중하여 굴곡하기	70%	12	2	60~70	상완 이두근
	barbell extension, triceps full down	역기 신전하기 케이블 내리기	70%	12	2	60~70	상완 삼두근
	squirt leg extension	역기 메고 앉았다 일어나기 앉아서 무릎펴기	70%	12	2	60~70	대퇴 사두근
	good morning, leg curl	역기메고 숙이기 엎드려서 무릎굽히기	70%	12	2	60~70	대퇴 이두근
	barbell press, up right low	역기 들어올리기 역기 턱밑까지 들어올리기	70%	12	2	60~70	삼각근
	sit up, leg raise	윗몸 일으키기 누워서 다리들기	70%	12	2	60~70	복직근
	calf raise	종아리 밀어올리기	70%	12	2	60~70	비복근
full up, bent over low	언더그립 턱걸이 숙여서 역기 들어올리기	70%	12	2	60~70	광배근	
총운동시간			50				

표 4. 정리운동 프로그램

구분	운동방법	반복횟수	세트 (회)	운동부위
스트레칭	양팔벌리기, 엽드려 윗몸 젓히기	1	1	가슴부위
	허리 굽혀 한팔 봉 잡고 당기기 앉아서 허벅지 둘러싸고 안기	1	1	등부위
	한쪽 다리 들고 발목 뒤로 젖히기 sis스쿼트	1	1	대퇴사두근
	앉아서 윗몸 앞으로 굽히기 반대 손으로 다리 들어 당기기	1	1	대퇴이두근
	무릎 꿇고 발등 누르기 윗몸 앞으로 숙여 발가락 당기기	1	1	전경골근 비복근
	손바닥 잡고 당기기 무릎 꿇고 손바닥 누르기	1	1	전완근
	머리 뒤에서 팔꿈치 당기기 손 뒤로 짚고 몸 비틀기	1	1	상완삼두근 요배근
	몸 쪽으로 팔 잡아당기기 어깨 감싸 안고 앞뒤로 움직이기	1	1	삼각근
	뒤로 발목 잡기, 무릎 꿇고 뒤로 눕기	1	1	복직근
걷기	4km/h의 속력으로 10분간 걷기 실시			
정적 휴식	10분간 앉은 자세나 누운 자세에서 휴식실시			
총운동시간	10			

6. 자료처리

자료처리는 SPSS 17.0 Program을 사용하여 집단과 시점간의 평균 및 표준편차를 산출하였고, 평균차 검증을 위하여 반복측정에 의한 이원변량 분석을 실시하였다. 상호작용효과가 나타날 경우 시점별 반복측정에 의한 일원변량분석을 실시하였으며, 집단 간의 차이를 알아보기 위하여 일원변량 분석을 실시하였고 유의차가 나타날 경우 SNK로 사후검증을 실시하였다. 유의수준은 $p < .05$ 로 하였다.



IV. 연구결과

본 연구는 웨이트 트레이닝 후 정리운동의 형태를 걷기, 스트레칭, 안정성 휴식을 각각 실시한 후 어떠한 정리운동의 형태가 면역globulin과 항산화 효소계의 변화를 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 면역globulin

1) IgG

집단과 시점별 IgG의 변화는 <표 5>와 <그림 1>과 같다. 걷기집단이 운동전1349.1mg/dL, 운동직후 1353.2mg/dL, 정리운동 후 1428.8mg/dL, 스트레칭집단이 운동전1388.2mg/dL, 운동직후 1402.7mg/dL 정리운동 후 1433.1mg/dL, 안정성휴식집단이 운동전1342.8mg/dL, 운동직후 1344.5mg/dL 정리운동 후 1341.3mg/dL로 나타났다.

표 5. 집단과 시점별 IgG의 평균과 표준편차 (단위 : mg/dL)

구분	측정시점			SNK
	운동전	운동직후	정리운동 후	
걷기 집단	1349.1±101.08	1353.2±100.95	1428.8±122.30	
스트레칭 집단	1388.2±94.49	1402.7±96.79	1433.1±111.32	N · S
안정 휴식 집단	1342.8±57.22	1344.5±55.54	1341.3±71.60	

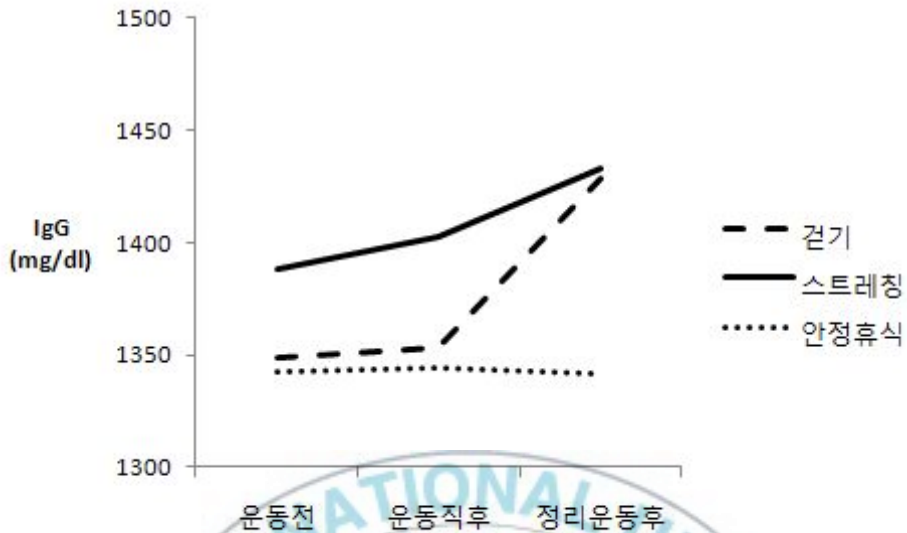


그림 1. 집단과 시점별 IgG의 변화

평균차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <표 6>과 같다.

표 6. 집단과 시점별 IgG의 변량분석 결과

	Source	DF	SS	MS	F-Value	p>F
집단간	집단(A)	2	14874.459	7437.229	.946	.407
	오차	18	141519.5	7862.192		
집단내	측정시점(B)	2	20326.372	10163.186	8.985**	.001
	A×B	4	15288.582	3822.145	3.379*	.019
	오차	36	40718.903	1131.081		

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

걷기집단, 스트레칭집단, 안정휴식집단 간에는 유의차가 나타나지 않았지만, 운동전, 운동후, 정리운동 후 유의차가 나타났다($p < .05$) . 사후분석

결과 안정집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만, 걷기집단과 스트레칭 집단에서 각각 유의차가 나타났으며($p < .05$), 두 집단 모두 운동전과 운동 후에는 유의차가 나타나지 않았으나, 운동전과 정리운동 후, 운동 후와 정리운동 후 유의차가 나타났다($p < .05$). 집단간의 차이에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

2) IgA

집단과 시점별 IgA의 변화는 <표 7>과 <그림 2>와 같다. 걷기집단이 운동전 263.97mg/dL, 운동직후 263.78mg/dL, 정리운동 후 281.75mg/dL, 스트레칭집단이 운동전 259.81mg/dL, 운동직후 259.40mg/dL, 정리운동 후 262.31mg/dL, 안정성휴식집단이 운동전 259.92mg/dL, 운동직후 259.17mg/dL, 정리운동 후 255.94mg/dL 로 나타났다.

표 7. IgA의 평균과 표준편차 (단위 : mg/dL)

구분	측정시점			SNK
	운동전	운동직후	정리운동 후	
걷기집단(A)	263.97±26.14	263.78±27.83	281.75±22.32	
스트레칭 집단(B)	259.81±31.70	259.40±30.88	262.31±28.73	N · S
안정휴식 집단(C)	259.92±31.51	259.17±30.24	255.94±27.53	

IgA의 평균차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <표 8>과 같다.

표 8. 집단과 시점별 IgA의 변량분석 결과

	Source	DF	SS	MS	F-Value	p>F
집단간	집단(A)	2	522.030	261.015	.333	.721
	오차	18	14097.931	783.218		
집단내	측정시점(B)	2	450.572	225.286	3.775*	.032
	A×B	4	1138.745	284.686	4.770*	.018
	오차	36	2148.430	59.679		

*: $p < .05$

걸기집단, 스트레칭집단, 안정휴식집단 간에는 유의차가 나타나지 않았지만, 운동전, 운동후, 정리운동 후 유의차가 나타났다($p < .05$). 사후분석 결과 안정집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만, 걸기집단과 스트레칭집단에서 각각 유의차가 나타났으며($p < .05$), 두 집단 모두 운동전과 운동 후에는 유의차가 나타나지 않았으나, 운동전과 정리운동 후, 운동 후와 정리운동 후 유의차가 나타났다($p < .05$). 집단간의 차이에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

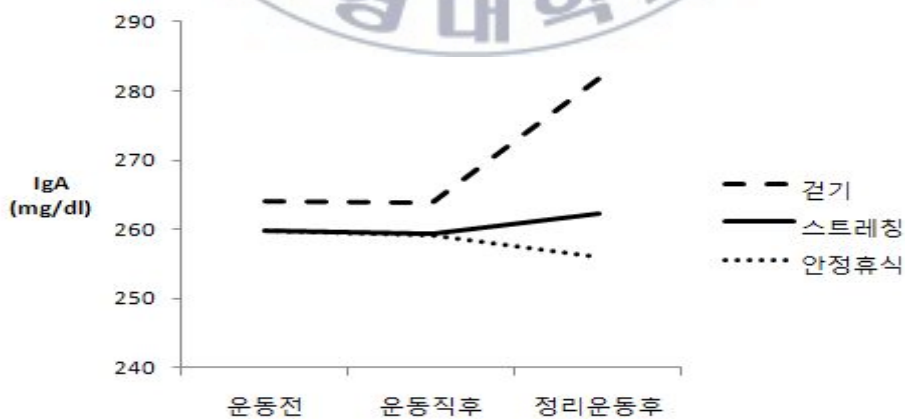


그림 2. 집단과 시점별 IgA의 변화

3) IgM

집단과 시점별 IgM의 변화는 <표 9>와 <그림 3>과 같다. 걷기집단이 운동전 140.03mg/dL, 운동직후 142mg/dL, 정리운동 후 148.92mg/dL, 스트레칭집단이 운동전 133.61mg/dL, 운동직후 135.12mg/dL, 정리운동 후 139.20mg/dL, 안정성휴식집단이 운동전140.88mg/dL, 운동직후 140.10mg/dL, 정리운동 후 134.48mg/dL 로 나타났다.

표 9. IgM의 평균과 표준편차

(단위 : mg/dL)

구분	측정시점			SNK
	운동전	운동직후	정리운동 후	
걷기집단	140.03±7.70	142.77±8.49	148.92±8.44	N · S
스트레칭집단	133.61±16.82	135.12±16.35	139.20±16.02	
안정 휴식집단	140.88±14.33	140.10±14.67	134.48±14.25	

IgM의 평균차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <표 10>과 같다.

표 10. 집단과 시점별 IgM의 변량분석 결과

	Source	DF	SS	MS	F-Value	p>F
집단간	집단(A)	2	229.960	114.980	.667	.526
	오차	18	3104.200	172.456		
집단내	측정시점(B)	2	76.757	38.379	2.814	.073
	A×B	4	501.265	125.316	9.190***	.000
	오차	36	490.924	13.637		

***: $p < .001$

걷기집단, 스트레칭집단, 안정휴식집단 간에는 유의차가 나타나지 않았으며, 운동전, 운동후, 정리운동 후에도 유의차가 나타나지 않았다. 사후분석 결과 안정집단과 스트레칭집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만, 걷기집단에서는 유의차가 나타났으며($p < .05$), 운동전과 운동 후에는 유의차가 나타나지 않았으나, 운동전과 정리운동 후, 운동 후와 정리운동 후 유의차가 나타났다($p < .05$). 집단간의 차이에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

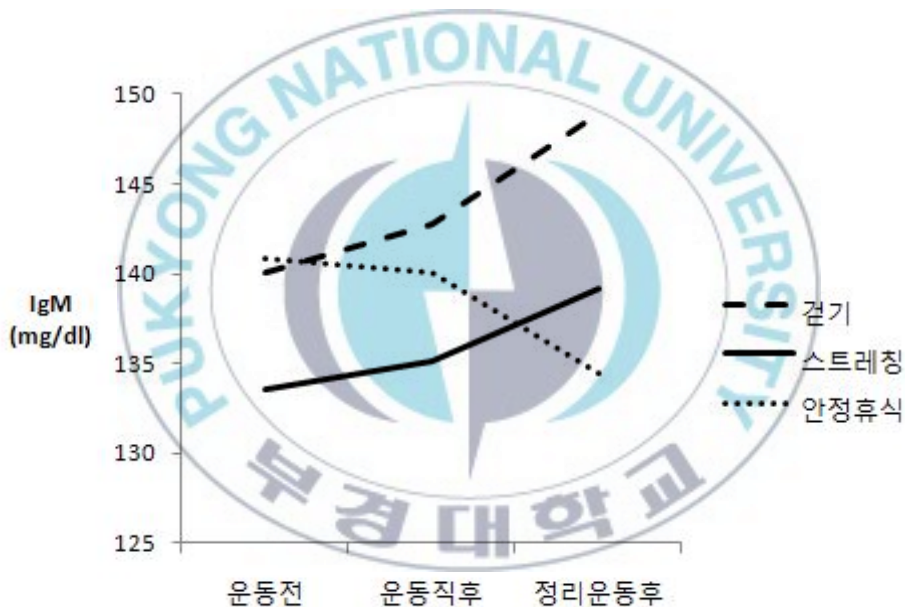


그림 3. 집단과 시점별 IgM의 변화

2. 항산화 효소

1) SOD

집단과 시점별 SOD의 변화는 <표 11>과 <그림 4>와 같다.

걷기집단이 운동전 3.52U/μmol, 운동직후 3.69U/μmol, 정리운동 후 4.39U/μmol, 스트레칭집단이 운동전 4.49U/μmol, 운동직후 4.60U/μmol, 정리운동 후 4.79U/μmol, 안정성휴식집단이 운동전 4.33U/μmol, 운동직후 4.27U/μmol, 정리운동 후 3.94U/μmol로 나타났다.

표 11. SOD의 평균과 표준편차 (단위 : U/μmol)

구분	측정시점			SNK
	운동전	운동직후	정리운동 후	
걷기집단	3.52±.95	3.69±.89	4.39±.88	N · S
스트레칭집단	4.49±.53	4.60±.55	4.79±.47	
안정휴식집단	4.33±.98	4.27±.96	3.94±.96	

SOD의 평균차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <표 12>와 같다.

표 12. 집단과 시점별 SOD의 변량분석 결과

	Source	DF	SS	MS	F-Value	p>F
집단간	집단(A)	2	2.032	1.016	1.682	.214
	오차	18	10.870	.604		
집단내	측정시점(B)	2	.764	.382	3.219	.052
	A×B	4	3.158	.790	6.648***	.000
	오차	36	4.275	.119		

***: $p < .001$

걷기집단, 스트레칭집단, 안정휴식집단 간에는 유의차가 나타나지 않았지만, 운동전, 운동후, 정리운동 후 유의차가 나타났다($p < .05$). 사후분석결과 안정집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만, 걷기집단과 스트레칭집단에서 각각 유의차가 나타났으며($p < .05$), 두 집단 모두 운동전과 운동 후에는 유의차가 나타나지 않았으나, 운동전과 정리운동 후, 운동 후와 정리운동 후 유의차가 나타났다($p < .05$). 집단간의 차이에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

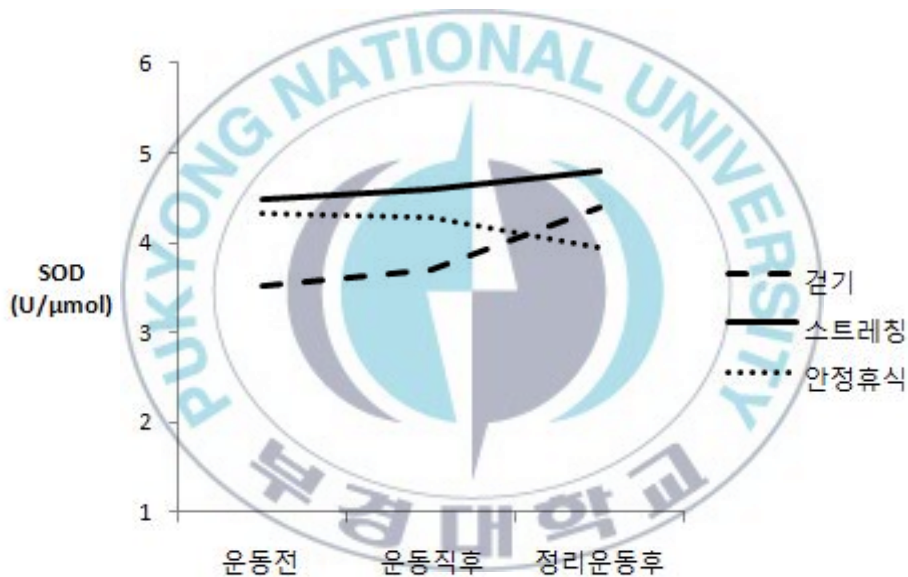


그림 4. 집단과 시점별 SOD의 변화

2)CAT

집단과 시점별 CAT의 변화는 <표 13>과 <그림 5>와 같다. 걷기집단이 운동전 76.47kU/L, 운동직후 77.31kU/L, 정리운동 후 82.32kU/L, 스트레칭집단이 운동전 76.38kU/L, 운동직후 77.30kU/L, 정리운동 후

78.95kU/L 안정성휴식집단이 운동전 78.21kU/L, 운동직후 77.11kU/L, 정리운동 후 75.97kU/L 로 나타났다.

표 13. CAT의 평균과 표준편차

(단위 : kU/L)

구분	측정시점			SNK
	운동전	운동직후	정리운동 후	
걷기집단	76.47±3.73	77.31±3.90	82.32±6.14	
스트레칭집단	76.38±3.79	77.30±3.63	78.95±2.41	N · S
안정휴식집단	78.21±8.89	77.11±8.22	75.97±7.45	

CAT의 평균차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <표 14>와 같다.

표 14. 집단과 시점별 CAT의 변량분석 결과

	Source	DF	SS	MS	F-Value	p>F
집단간	집단(A)	2	9.061	4.800	.150	.862
	오차	18	577.247	32.069		
	측정시점(B)	2	53.869	26.934	11.307***	.000
집단내	A×B	4	127.899	31.975	13.423***	.000
	오차	36	85.752	2.382		

: $p < .01$, *: $p < .001$

걷기집단, 스트레칭집단, 안정휴식집단 간에는 유의차가 나타나지 않았지만, 운동전, 운동후, 정리운동 후 유의차가 나타났다($p < .05$). 사후분석 결과 안정집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만, 걷기집단과 스트레칭 집단에서 각각 유의차가 나타났으며($p < .05$), 두 집단 모두 운동전과 운

동 후에는 유의차가 나타나지 않았으나, 운동전과 정리운동 후, 운동 후와 정리운동 후 유의차가 나타났다($p < .05$). 집단간의 차이에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

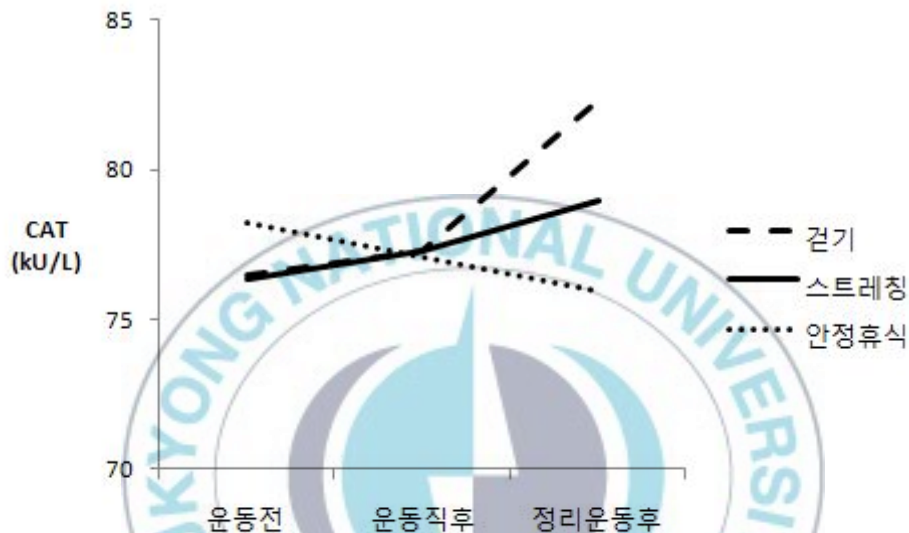


그림 5. 집단과 시점별 CAT의 변화

3) MDA

집단과 시점별 MDA의 변화는 <표 15>와 <그림 6>과 같다.

걷기집단이 운동전 42.63U/gHb, 운동직후 42.72U/gHb, 정리운동 후 32.73U/gHb, 스트레칭집단이 운동전 45.68U/gHb, 운동직후 45.90U/gHb, 정리운동 후 47.65U/gHb, 안정성휴식집단이 운동전 40.37U/gHb, 운동직후 39.92U/gHb, 정리운동 후 38.55U/gHb로 나타났다.

표 15. MDA의 평균과 표준편차

(단위 : U/gHb)

구분	측정시점			SNK
	운동 전	운동 직후	정리운동 후	
걷기집단	42.63±13.33	42.72±12.14	32.73±7.48	
스트레칭집단	45.68±11.12	45.90±10.84	47.65±10.20	A,B<C
안정휴식집단	40.37±3.72	39.92±3.56	38.55±5.85	

MDA의 평균차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <표 16>과 같다.

표 16. 집단과 시점별 MDA의 변량분석 결과

	Source	DF	SS	MS	F-Value	p>F
집단간	집단(A)	2	223.736	111.868	1.389	.275
	오차	18	1450.019	80.557		
	측정시점(B)	2	145.566	72.783	6.954**	.003
집단내	A×B	4	344.851	86.213	8.237***	.000
	오차	36	376.804	10.467		

** : $p < .01$, *** : $p < .001$

걷기집단, 스트레칭집단, 안정휴식집단 간에는 유의차가 나타나지 않았지만, 운동전, 운동후, 정리운동 후 유의차가 나타났다($p < .05$). 사후분석 결과 스트레칭 집단과 안정집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만, 걷기 집단에서 유의차가 나타났으며($p < .05$), 운동전과 운동 후에는 유의차가 나타나지 않았으나, 운동전과 정리운동 후, 운동 후와 정리운동 후 유의차

가 나타났다($p < .05$). 집단간에는 스트레칭 집단과 걷기집단이 안정집단보다 낮은 수치를 나타내었다.



그림 6. 집단과 시점별 MDA의 변화

V. 논 의

1. 면역globulin

면역글로불린에는 기본적으로 IgG, IgA, IgM, IgD, IgE 등이 있다. 감염에 대한 방어에 관여하는 것은 전신계에서는 주로 IgG가 있으며 순환 혈액중의 80%를 차지하고, 소화관, 폐, 비뇨기 등의 점막에는 IgA가 있다. IgM은 감염초기의 방어에 도움이 되며, IgE는 천식과 꽃가루증 등의 알레르기를 일으키는 항체이다(박현정, 2007).

기준치 범위에서 벗어난 저하와 증가는 모두 면역상태의 이상을 나타내며, 이러한 인체 면역계의 항상성은 운동유형, 운동시간에 대한 통제능력, 심리적 자극, 고·저온환경, 영양상태, 상해 등에 따라 다르게 나타난다(Ndon, Snyder, Foster & Wehrenberg, 1992; Smith & Pyne, 1997). 즉, 너무 강하고 간헐적인 운동은 오히려 스트레스로 작용하여 호흡기 감염의 증가와 같은 면역체계의 감소를 가져온다(Nehlsen-Cannarella, Nieman, Balk-Lamberton & Markoff 외 3인, 1991).

일반적으로 휴식 시 운동선수의 Ig수준은 일반인들과 별로 차이가 없다고 보고 되고 있거나(Green, Kappliedan, Rabin & Stanitski, 외 1인, 1981), 오히려 더 적은수치를 나타낸다고 보고하고 있다(Gleeson, McDonald, Cripps & Pyne, 외 2인, 1995; Gmunder, Joller, Joller-Jemelka & Bechler 외 5인, 1990).

적절한 정도의 운동자극은 실제혈청의 Ig수준을 변화시키지 못한다는 것을 의미하는 것이다. 그러나 동물을 대상으로 한 선행연구들(Liu & wang, 1987; Kaufmann, Harris, Higgins, & Maisel, 1994)을 고찰해 볼 때 운동에 의해 실제적인 Ig는 변화가 없지만 오히려 기능적인 측면에서

항원이 침입했을 때 좀 더 신속한 반응을 나타낼 것으로 추정된다(이배익, 박영수, 권만근, 2003).

1) IgA

IgA는 혈청IgA와 분비형 IgA로 구분되어지며 IgA생성 세포의 85% 정도가 소화관의 점막이나 기도점막 림프관에 분포해있고 나머지는 비장이나 골수 림프절에서 유래하며, 점막 밑에는 IgA를 만드는 임파구B 세포가 존재하여 침입해 온 미생물이나 이물질의 항원과 반응하여 그들에 대항하는IgA 항체를 만드는 것이다. 외분비액에서 주로 발견되어지며 즉 모유 눈물 콧물 위액 장액 담즙액과 소변 중에 존재한다(박철희, 2009).

운동과 관련하여 나타난 IgA의 농도변화를 살펴보면 고령남성을 대상으로 합기도운동을 12주간 주5회 실행한 결과 운동군에서 기간경과에 따라 유의한 증가를 보였으며 집단간 비교에서도 운동군이 대조군에 비해 8주 12주에서 유의한 증가를 나타내었다고 보고하였다(김유성, 2008).

또한 70대 고령 남성 6명을 대상으로 12주간 45~50% HRmax강도로 해변걷기 운동을 실시한 결과 IgA 농도의 유의한 증가를 보고하고 있다(신희수, 2007).

운동 직후에 IgA가 121% 증가하였다는 연구(Kumae, Kurakaka, & Machida, 1994)와도 비슷한 양상을 보이고 있으며, 18~24세의 건강한 남자 18명을 대상으로 파워 향상 트레이닝을 10주간 실시한 결과 트레이닝을 하기 전에 비하여 운동 직후에 IgA가 120% 증가하였다는 연구결과를 나타내었다(Muns, Liesen, Riedel, & Bergmann, 1989).

본 연구결과 운동실시전과 운동 실시 후 IgA의 경우 걷기집단에서는 운동전 후 유의한 차이가 나타나지는 않았지만, 정리운동 후 6.4%증가하여 유의한 차이를 나타내었다. 스트레칭 집단에서도 운동전 후 1.14%증가

하였지만 유의한 차이가 나타나지 않았다. 안정성 휴식집단의 경우 운동 전 후 유의한 차이가 나타나지는 않았다. 하지만 안정성 집단에서는 1.37%감소하는 경향을 나타내었다.

이러한 결과로 미루어 보았을 때 웨이트 트레이닝 실시 후 걷기운동을 실시하는 것이 IgA를 증가시키는 가장 효과적인 방법으로 나타났다.

2) IgG

IgG는 혈청 중에 가장 많이 존재하며 이는 이 class에 속하는 항체가 많기 때문이다. 바이러스나 독소와 결합하여 그들을 무해화 하는 ‘중화항체’나 백혈구가 세균을 잡아서 침입하는 것을 돕는 ‘옵소닌항체’ 등 중요한 항체는 거의가 IgG에 속한다(박철희, 2009).

사춘기 남학생을 대상으로 유산소 운동(VT 강도에서의 30분간 운동)과 무산소 운동(Wingate test) 후에 단련자와 비 단련자에서 안정 시에 비하여 운동 직 후에 증가되었다(강희성, 2000). 이러한 IgG의 증가는 고강도 운동 후 보인다는 연구 결과가 있다(Nelhsen-Cannnarella, Nieman, Jessen & Chang 외 3인, 1991).

또한 중년여성을 대상으로 10주간 주4회 50분씩 보통걷기군(40~50%V_O2max), 빠르게 걷기군(60~70%VO₂max), 대조군으로 나누어 실험을 실시한 결과 보통걷기군의 경우 실험 전 1438.67 mg/dL, 5주 후1329.40 mg/dL, 10주 후 1293.60 mg/dL로, 빠르게 걷기군은 실험전 1438.75 mg/dL, 5주 후 1311.25 mg/dL, 10주 후 1200.75 mg/dL로 유의하게 감소하였고, 대조군은 거의 변화가 없었던 것으로 보고하여 본 연구의 결과와는 상의한 결과를 제시하였다(이정인, 2006).

18~24세 남성을 대상으로 주당3~4시간 파워와 근 트레이닝을 10주간 실시한 결과 IgG는 트레이닝 후 유의한 증가를 보고하였다(Mackinnon, 1998).

합기도 운동을 고령남성에게 적용한 결과 IgG의 농도에 있어 8주, 12

주후에 유의한 증가를 보고하였다. 또한 횡경막 호흡과 마늘분말섭취를 통한 중년흡연자의 면역기능을 관찰한 결과 필라테스의 횡경막 호흡과 마늘분말섭취를 같이 했을 때 IgG의 긍정적인 변화를 보고하며 횡경막 호흡훈련이 감염증의 저항력강화에 긍정적 효과를 입증하였다(최승욱, 백영호, 광이섭, 2007).

본 연구결과 IgG는 걷기집단은 운동전과 운동직후 유의차가 나타나지 않았지만, 운동전과 정리운동 후 5.9%증가하는 현상을 나타내었으며, 스트레칭 집단 또한 운동전과 운동 후 유의차가 나타나지 않았지만, 운동전과 정리운동 후 3.24%의 증가현상을 나타내었다. 안정 시 집단에서는 운동전, 운동직후, 안정 후 모두 유의차가 나타나지 않았다.

3) IgM

IgM은 초기항체라고도 하며 총 면역글로불린의 5~10%를 차지하며 적혈구 응집력 및 용혈력 세균응집력 보체결합력이 IgG에 비해 훨씬 높으며 항원자극에 대해 가장 빨리 생성된다. 박테리아나 음식내의 특정항원과 접촉하였을 때 생성되며 보체(complement)를 활성화시키는 작용을 한다(박철휘, 2009).

12주 간 여대생을 대상으로 지구성 운동을 실시한 결과 IgM의 유의한 증가를 보고하였으며(한형주, 2003), 합기도 운동을 고령남성에게 적용한 결과에서는 IgM의 농도에 있어 8주, 12주후에 유의한 증가를 보고하였다(김유성, 2008).

또한 크로스컨트리 스키선수를 대상으로 2개월 동안 지구성운동을 실시한 결과 시합선수가 통제군에 비하여 IgM의 농도가 대조군에 비하여 유의하게 증가하였다는 보고를 하였다(Mueller, Villiger, O'Callaghan & Simon, 2000).

본 연구결과 IgM은 걷기집단은 운동전과 운동직후 유의차가 나타나지 않았지만 운동전과 정리운동 후 5.7 %증가하는 현상을 나타내었으며, 스트레칭 집단 또한 운동전과 운동 후 유의차가 나타나지 않았지만 운동전과 정리운동 후 4.51 %의 증가현상을 나타내었다. 안정 시 집단에서는 운동전, 운동직후 유의차가 나타나지 않았으며 운동전과 안정 후에는 오히려 4.47 %감소하는 경향으로 나타났다.

이러한 선행연구결과는 본 운동의 운동 강도에 상관없이 정리운동의 형태를 효과적으로 실시한다면 면역글로불린의 긍정적인 변화를 나타낼 수 있을 것으로 생각된다.

2. 항산화 효소

활성산소는 정상적인 대사과정 시 신체내에 발생하는 량보다 강한운동 시 10~15배의 발생이 증가하여 인체 내 다양한 조직에 산화적 손상을 유발한다(Ji, 1999). 이에 더하여 고강도운동으로 생성된 활성산소가 지방산과 결합이 될 경우 과산화지질의 형태로 변환되어 연쇄반응을 일으켜 신체의 산화적 손상, 세포변이, 뇌졸중, Behcer's syndrome 및 관절 류마티스 Nagasaki병에서 활성 산소의 생산 증가가 알려졌다(Leeuwenburgh & Heinecke, 2001).

1) CAT

인체는 이러한 활성산소에 의한 손상을 방어하기 위해 SOD는 과산화음이온의 전환을 촉매하며, 철 분자를 포함한 CAT는 과산화수소를 물과

산소로 전환시킨다(Bast, Hasenen & Doelman, 1991). 또한 SOD가 생성된 O_2 -를 H_2O_2 로 전환시켜 산화반응의 1단계에서 작용한다면 CAT는 H_2O_2 가 더 강력한 라디칼을 형성할 수 있는데 이런 작용을 무독화 시키는데 필요한 효소이다(Kono & Fridovich, 1982).

CAT 농도변화가 인체에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 장기간 트레이닝이 혈액 내 항산화 효소의 농도를 증가시킴으로써 운동에 의해서 발생하는 프리라디칼의 발생을 효과적으로 방어하는 것으로 보고하였다(정덕조, 정성태, 1999). 그리고 비만 여고생을 대상으로 8주간의 위킹과런닝이 SOD와 CAT의 활성을 유의하게 증가시킨다고 보고하였다(김학렬, 정동채, 강경빈 2001).

본 연구에서 웨이트트레이닝 후 정리운동을 실시한 결과 CAT는 걷기 집단이 운동전과 후는 유의차가 나타나지 않았지만, 운동전과 정리운동 후 7.89%증가하였다. 스트레칭 집단에서는 운동전에 비하여 정리운동 후 다소 증가하였으나, 시점별로 유의차가 나타나지는 않았다. 안정집단에서는 운동전, 운동직후, 안정 후 유의차가 나타나지는 않았지만, 운동전에 비하여 안정 후 약 1.7%정도 밖에 감소하지 않는 현상을 나타내었다.

이러한 결과는 본 연구의 피험자가 건강한 20대 청년으로서 운동에 대한 적응 능력이 타 연령대에 비하여 크기 때문으로 사료되며, 높은 강도의 저항운동에서 생성된 활성산소에 대응할 수 있는 CAT가 생산되어 근세포 손상에 효과적으로 적응하고 방어할 수 있다는 것을 시사한다고 하였다. 그러나 CAT의 증가율에 있어서는 걷기집단이 가장 높은 수치를 기록하였으며, 안정집단과 유의차가 나타난 것으로 미루어 볼 때 강도 높은 웨이트트레이닝 후 정리운동의 형태는 가벼운 걷기가 더욱 효과적인 방법으로 생각된다.

따라서 활성산소를 유발시킬 수 있는 높은 강도의 웨이트 트레이닝의

특성에 맞는 효과적인 정리운동을 실시한다면 신체의 산화를 방지하는데 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

2) SOD

SOD는 활성산소의 첫 번째 생성물인 과산화 음이온을 제거하는 역할을 하는 효소이며, 특히 운동으로 인한 산화적 스트레스에 대처하는데 가장 중요한 효소로 항산화방어 체제에서 가장 중요한 효소라고 하였다(Halliwe & Gutteridge, 1989).

반면 건강한 남성을 대상으로 최대산소섭취량의 75%에서 자전거 에르고미터를 이용하여 20분 동안 최대하 운동을 시켰을 때, 혈소판의 SOD 농도에는 유의한 변화가 없었다고 하였다(Buczynski, Kedziora, Tkaczewski & Wachowicz, 1991). 또한 중년여성들을 대상으로 지구성 훈련을 시킨 후 골격근 SOD 농도의 변화를 비교한 결과 골격근에서는 유의한 변화가 없었다고 하였다(Laughlin, Simpson, Sexton, & Brown 외 2인, 1990).

일반인을 대상으로 한 연구에서 탈진운동 후 지질과 산화의 지표인 혈중의 MDA가 유의하게 증가였으며, 항산화효소인 CAT의 변화는 초래하지 않았지만 SOD와 GPX는 유의하게 증가되었음을 보고하였다(Miyazaki, Oh-ishi, Ookawara & Kizaki, 외 5인, 2001).

본 연구결과 SOD는 걷기집단에서 운동전과 운동 후 유의차가 나타나지 않았지만, 운동전과 정리운동 후는 무려 24.71% 증가하는 현상을 나타내었다. 그리고 스트레칭집단에서도 운동전과 운동 후 유의차가 나타나지 않았지만, 운동전과 정리운동 후는 6.68% 증가하는 현상을 나타내어 걷기보다는 작은 증가율을 보였지만 정리운동의 효과를 일부 나타내었다. 그러나 안정집단에서는 운동전, 운동 후 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았지만 운동전과 안정 후 간에는 9%가 감소하는 현상을 보여 정리운동

의 중요성이 강조되는 결과를 나타내었다.

이와 같은 결과는 정리운동을 실시하여 골격근 세포에서 효율적인 산소공급을 통해 미토콘드리아의 ATP합성을 촉진하여 세포의 생명유지와 특수한 기능을 수행하도록 하는 등 활성산소의 유해성에 보다 효과적으로 대응한 것으로 생각된다(주용식, 이상우, 서해근, 김준모 외 2인, 2004).

3) MDA

세포의 스트레스에 따른 활성산소종의 축적은 항산화능력을 초과하여 세포지질과산화를 일으키는데, 효소와 세포를 비활성화 시키는 활성산소종과독성알데히드(aldehyde)를 방출하며, 근 손상을 촉진시킨다(Evans & Cannon, 1991). 정상적인 산소는 우리 몸속에서 약1백초 이상 머무르는데 비해 활성산소는 불과 1백만~10억분의 1초 동안 생겼다가 사라지며, 불안정한 이온상태이기 때문에 안정된 상태를 유지하기 위해 전자와 결합하는 과정에서 각 세포의 변형과 손상을 야기 시킨다(Jenkin & goldfarb, 1993).

운동부하테스트에 따른 근육의 MDA의 증가기전은 여러 요인으로 알려져 있는데 전자수송반응에서 호흡증가에 따른 전자 유동과 반응산소종의 증가(Gollnick, Bertocci, Kelso & Witt 외 1인, 1990), 운동 시 조직손상이나 국부적 염증에 따른 백혈구증이나 백혈구 활동증가(Hansen, Wilsgard, & Osterud, 1991), 무산소적대사가 발생하는 운동 상황에서 국부적인 젖산축적에 의한 산성증으로 인하여 헤모글로빈으로부터 산소의 방출촉진과 조직 내의 산소분압의 증가(Wolbarsht & Fridovich, 1989)와 같은 요인이 관련되는 것으로 알려져 있다.

VO_{2max} 80%의 운동 강도로 15분간 유산소 운동을 실시한 후, VO_{2max} 40%수준에서 활동성 휴식을 가진 결과 항산화 효소가 유의한 증

가를 보였으며, MDA 또한 낮아지는 경향을 보였다고 보고하였다(김용안, 김훈, 2005).

반면, 지구성 트레이닝을 실시한 후 과산화지질의 생성을 비교한 결과 과산화 지질 농도가 유의하게 증가하였다고 보고하였다(Duthie, Robertson, Maughan, & Morrice, 1990). 그리고 12주 트레이닝 전·후 비교에서 최대부하운동직후 MDA농도가 유의하게 증가하였다고 보고하였다(Child, Wilkinson, Fallow field, & Donnelly, 1998).

본 연구결과 MDA의 변화는 걷기집단에서 운동전과 운동직후에는 유의차가 나타나지 않았지만, 운동전과 정리운동 후 23.8%의 높은 감소율을 보였고, 스트레칭집단은 운동전, 운동직후, 정리운동 후 사이에 유의차가 나타나지 않았지만, 특이한 점은 운동전에 비하여 정리운동으로 스트레칭을 실시하였음에도 불구하고 오히려 MDA의 수준이 더 높아진 것으로 나타났다. 안정집단에서는 운동전과 운동직후 그리고 정리운동 후 사이에 유의차는 나타나지 않았지만 운동전과 정리운동 후에 오히려 4.45% 감소하는 현상을 나타내었다.

이는 고강도의 웨이트 트레이닝 후 정리운동은 스트레칭 보다는 걷기를 실시하는 것이 산화적 손상예방에 더욱 효과적인 반응을 할 수 있는 것으로 판단된다. 또한 안정집단에서도 유의차는 나타나지 않았지만 소량의 감소율이 나타난 현상은 탈진운동이 산화적 손상을 크게 하지만 규칙적인 훈련으로 인하여 손상에 대한 방어능력이 향상된 것으로 생각된다.

VI. 결 론

1. IgA는 안정집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만 걷기집단과 스트레칭집단에서 두 집단 모두 운동전과 정리운동 후, 운동 후와 정리운동 후 유의차($p < .05$)가 나타났다. 집단간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다.
2. IgG는 스트레칭집단과 안정집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만 걷기집단에서 유의차가 나타났으며($p < .05$), 운동전과 정리운동 후, 운동 후와 정리운동 후 유의차가 나타났다($p < .05$). 집단간의 차이에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.
3. IgM은 스트레칭집단과 안정집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만 걷기집단에서 유의차가 나타났으며($p < .05$), 운동전과 정리운동 후, 운동 후와 정리운동 후 유의차가 나타났다($p < .05$). 집단간의 차이에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.
4. SOD는 걷기집단에서 유의차가 나타났으며($p < .05$), 운동전과 정리운동 후, 운동 후와 정리운동 후 유의차가 나타났다($p < .05$). 스트레칭 집단과 안정집단에서는 운동전, 운동 후, 정리운동 후 차이가 나타나지 않았고 집단간에는 유의차가 나타나지 않았다.
5. CAT는 안정집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만 스트레칭집단과 걷기집단에서 유의차가 나타났으며($p < .05$), 두 집단 모두 운동전과 정리운동 후, 운동 후와 정리운동 후 유의차가 나타났다($p < .05$). 집단간의 차이에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

6. MDA는 스트레칭집단과 안정집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만, 걷기집단에서 유의차가 나타났으며($p < .05$), 운동전과 운동 후에는 유의차가 나타나지 않았으나, 운동전과 정리운동 후, 운동 후와 정리운동 후 유의차가 나타났다($p < .05$). 집단간에는 정리운동 후 스트레칭집단과 걷기집단이 안정집단보다 낮은 수치를 나타내었다($p < .05$).

이상의 결론을 종합하여 보면 웨이트 트레이닝 후 면역Globulin의 증가와 항산화효소의 긍정적인 변화를 위해서는 안정성 휴식을 실시하는 방법보다 활동적 휴식인 스트레칭과 걷기를 실시하는 것이 보다 바람직한 방법으로 나타났으며, 특히 스트레칭보다는 걷기를 실시하는 것이 보다 효과적인 방법으로 나타났다.



참고문헌

- 강희성(2000). 유산소 운동과 무산소 운동이 사춘기 남학생 단련자와 비 단련자의 면역 기능에 미치는 영향. 운동과학회지, 9(2), 235~251.
- 고향순(2009). 태권도수련활동이 대사성호르몬과 면역글로불린에 미치는 영향. 조선대학교 대학원 박사학위논문. 18.
- 김동희, 박해서, 백종수, 이하연, 김희원, 신세훈, 장선웅(2007). 중년여성의 16주간 요가운동이 항산화효소와 과산화지질에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 31, 873~882.
- 김선호, 김동희, 고영호, 김성철, 최석준(2001). 저항성 운동이 비만 여중생의 혈중지질, 성장호르몬 및 인슐린 양성인자에 미치는 영향. 운동과학, 10(1), 57~68.
- 김양식(2000). 웨이트트레이닝 시 단백질 보충제 섭취가 신체구성 및 근기능에 미치는 영향. 계명대학교 대학원 석사학위논문. 5.
- 김영빈(2004). 규칙적인 운동이 비만 중년여성의 혈청 지단백질 수준에 미치는 영향. 한국스포츠리서치, 15(5), 1807~1815.
- 김용안, 김훈(2005). 회복방법에 따른 SOD, CAT 및 MDA의 변화. 한국체육과학회지, 14(2), 547~554.
- 김유성(2008). 합기도 수련이 노인의 면역반응에 미치는 영향. 원광대학교 대학원 박사학위논문. 53.
- 김학렬, 정동채, 강경빈(2001). 비만여고생들의 과산화지질 생성 및 항산화 효소 활성도에 대한 고강도 신체적 트레이닝의 효과, 제38회 한국체육학회지 학술발표회. 136~142.

- 김혜정(2002). 운동 강도가 세포성 면역기능에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원. 석사학위논문, 39.
- 나재철(2002). 운동면역학. 서울 : 대경북스, 86.
- 나재철(2002). 지구성 운동전·후의 L Glutamine 투여가 면역세포에 미치는 영향. 동아대학교 대학원, 박사학위논문, 4, 9.
- 민범일(2003). 요가운동이 알코올의존자의 면역글로불린과 백혈구 아형에 미치는 영향. 전남대학교 대학원 박사학위논문. 42.
- 박창현(2005). 장기간 트레이닝 시 천연단백질과 보충제단백질이 신체조성 근육 및 혈액성분에 미치는 영향. 용인대학교 석사학위논문. 15.
- 박철휘(2009). 합기필라테스 운동이 중년여성의 건강관련체력, 혈청지질, 면역글로불린 및 사이토카인 농도에 미치는 효과. 대구가톨릭대학교 대학원, 박사학위논문. 42.
- 박현정(2007). 여성 고령자의 한국무용 활동 참여와 B3-아드레날린 수용체 유전자변이 유무가 면역계, 혈관염증인자 및 항 혈전기능에 미치는 영향, 숙명여자대학교, 대학원 박사학위논문. 115.
- 배철웅(2002). 유산소성 운동과 항산화제의 복합 처치가 항산화 효소 활성도와 지질 과산화에 미치는 영향. 전남대학교 박사학위논문. 6.
- 신말순, 김영표, 이강우(2002). 일회성 운동이 인슐린비의존형 당뇨병환자의 항산화 효소 및 지질과산화에 미치는 영향. 한국체육학회지, 41(4), 411~419.
- 신성녀, 김정문, 임은교, 이충휘(1994). 등장성 혹은 등척성 정리운동이 동적 근력회복에 미치는 효과. 한국전문물리치료학회지, 1(1), 68~69.
- 신희수(2007). 저강도 해변 걷기운동이 노인여성의 심폐기능 유연성에 미치는 영향. 한국체육학회지, 45(1), 665~673.

오찬호 역(1995). 신면역학 입문. 지구문화사, 120.

유재현, 김성수, 김명기, 윤성진, 김은경, 이은경, 최희남, 윤진환, 지용석
(2004). 다양한 강도의 저항운동이 testosterone, growth hormone,
igf-1, cortisol 반응에 미치는 영향. 한국체육학회, 43권 3호 713~
725.

윤미자(1992). 무산소성 역치수준이 운동 후 회복속도에 미치는 영향. 성
균관대학교 대학원 석사학위논문, 3~5.

윤재상(1988). 현대무용 수행 후 회복운동 방법이 심박수 및 혈중 젖산변
화에 미치는 영향. 한양대학교 대학원, 석사학위논문, 29.

이강평(1997). 최대운동 시 활성산소에 의한 잠재적 악영향 및 항산화제
투여 효과. 한국체육학회지, 36(1), 243~255.

이배익, 박영수, 권만근(2003). 중량저항운동이 중년 여성의 면역글로불린
에 미치는 영향. 한국스포츠리서치, 14(2), 771~778.

이복환, 정성태, 김해리, 정덕조(2001). 운동 강도에 따른 지질 과산화물과
체내 항산화효소의 활성정도와 항산화제의 방어효과. 한국체육학회
지, 40(3), 661~674.

이석인(1990). 씨킷트 트레이닝이 체격, 신체구성, 심박수 및 근력향상에
미치는 영향. 중앙대학교 스포츠과학연구소논문집 3. 87.

이용수, 조성계, 김영수, 김의수(1992). 서킷트 웨이트트레이닝운동이 단
시간 내 혈중지질 및 지단백 콜레스테롤에 미치는 영향, 체육과학논
총, 3(2), 39~57.

이윤미(2006). 운동 강도와 지속시간에 따른 활성산소 및 항산화 효소의
변화. 성신여자대학교 석사학위논문. 6.

- 이정국(1998). 에어로빅 운동이 중년 여성의 체력, 혈중지질 및 면역반응에 미치는 영향. 원광대학교 대학원 박사학위논문, 20.
- 이정인(2006). 걷기운동의 강도가 중년여성의 피로, 혈중지질, 면역기능에 미치는 영향. 대한간호학회지, 36(1), 94~102.
- 장경태, 안종철(1998). 웨이트 트레이닝. 서울 : 대한미디어. 24.
- 정덕조, 정성태(1999). 항산화제와 운동 강도가 과산화지질의 활성화에 미치는 영향, 운동과학회지, 8(3), 423~436.
- 정은숙, 박형숙(1997). 에어로빅운동이 비만여대생의 신체조성, 심폐기능, 혈청지질 및 항산화물질에 미치는 영향. 대한간호학회지, 23(4), 125~139.
- 정현철(1999). 400M 트랙달리기 후 아이싱 회복방법이 심박수, 혈중 젖산 농도 및 경기력에 미치는 영향. 건국대학교 대학원, 석사학위논문. 36.
- 조우형(2004). SCUBA 다이빙 운동 시 수온환경이 면역글로불린(IgG, IgM, IgA)에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 석사학위논문. 8.
- 주용식, 이상우, 서해근, 김준모, 정종윤, 강신범(2004). 근 저항트레이닝이 혈중 과산화지질 및 항산화효소 농도에 미치는 영향. 한국사회체육학회지. 22, 603~613.
- 최승욱, 백영호, 박이섭(2007). 횡격막 호흡과 마늘분말섭취가 중년남성 흡연자의 신체조성 심박수 혈압 및 면역글로불린에 미치는 영향. Journal of Life Science, 17(9), 1266~1271.
- 한형주(2003). 지구성운동이 면역기능에 미치는 영향. 한국교원대학교대학원, 박사학위논문. 25~26.
- Alessio, H. M., Goldfarb, A. H., & Cao, G.(1988). Exercise-induced

- oxidative stress before and after vitamin C supplementation. International Journal of Sports Nutrition, 7(1), 1~9.
- Bast, A., Hasenen, G. R., & Doelman, C. J.(1991). Oxidants and antioxidants: state of the art. American. Journal of Medicine. 30, 91(3C), 2~13.
- Beauchamp, C., & Fridovich, I. A.(1990). Mechanism for the priducation of erythrocyte from methional. The generation of the hydrixyl radical by xanthine oxidase. Journal of Biochemical, 245, 4641~4646.
- Buczynski, A., Kedziora, J., Tkaczewski, W., & Wachowicz, B.(1991). Effect of submaximal physical exercise on antioxidative protection of human blood platelet. International Journal of Sports Medicine, 12(1), 52~54.
- Chandan, K. S., Lester, P., Osmo, H.(1994). Exercise and oxygen toxicity. Journal of Elsvier Science, 26~35.
- Child, R. B., Wilkinson, D. M., Fallow field, J. L. & Donnelly, A. E.(1998). Elevated serum antioxidant capacity and plasma malondialdehyde concentration in response to a simulated half-marathon run, Journal of Medicine Science Sport Exercise, 30(11), 1603~1607.
- DeWitt, D., Jenkins, L., Tidwell, C., & Prough, D.(1996). Superoxide Dismutase(SOD) Prevents Post Traumatic Impairment of Pressure Autoregulation in Rats. Anesthesiology, 85(3), A1189.

- Duthie, G. G., Robertson, J. D., Maughan, R. J., & Morrice, P. C.(1990)
Blood antioxidant status and erythrocyte lipid peroxidation
following distance running. Archives of Biochemistry and
biophysics, 282(1), 78~83.
- Evans, W. & Cannon, J. G. (1991). The metabolic effects of exercise
induced muscle damage. Exercise. Sport Science. Review. 19, 9
9~125.
- Fox, E. L.(1981). The physiological basis of physical education and
athletics. Philadelphia; Saunders College Publishing. 26, 34.
- Fridovich, I.(1986). Superoxide dismutase. Methods Enzymol, 58, 61~
62.
- Gisolfi, C., Robinson, S., & Turrell, E. S.(1966). Effects of aerobic work
performed during recovery from exhausting work. Journal
Applied Physiology. 21(6), 1767~1772.
- Gleeson, M., McDonald, W. A., Cripps, A. W., Pyne, D. B., Clancy, R.
L., & Fricker, P. A.(1995). The effect on immunity of long term
intensive training in elite swimmers. Clinical Experimental
Immunology. 18, 210~216.
- Gmunder. F. K., Joller. P. W., Joller-Jemelka, H. I., Bechler. B., Cogoli,
M., Ziegler, W. H., Müller, J., Aeppli, R. E., & Cogoli, A.(1990).
Effect of herbal yeast food supplements & long-distance running
on immunological parameters. Journal of Sports Medicine, 24, 10
3~112.

- Gollnick, P. D., Bertocci, L. A., Kelso, T. B., Witt, E. H., & Hodgson, D. R.(1990). The effects of high-intensity exercise on the respiratory capacity of skeletal muscle. *Pflugers Arch.*, 415, 407~413.
- Green, R. L., Kappliedan, S. S., Rabin, B. S., Stanitski, C. L., & Zdziarski, U.(1981). Immune function in marathon runners. *Annals. of Allergy*, 47, 73~75.
- Gutteridge, J. M. C.(1992) Ageing and Free Radicals, *Medical Laboratory Science*, 49, 313~318.
- Halliwell B., & Gutteridge J. M. C.(1989). Free radicals in biology and medicine. London; Oxford Clarendon Press, 329.
- Halliwell, B.(1991). Reactive oxygen species in living system, Stryer, biochemistry and role in human disease, *American Journal of Medicine*, 91, 14~22.
- Hansen, J., Wilschard, L., & Osterud, B.(1991). Biphasic changes in leukocytes induced by strenuous exercise. *Europ. J. Appl. Physiology.*, 62, 157~161.
- Hanson, P. G., & Flaherty, D. K.(1981). Immunological responses to training in conditioned runners. *Journal of Clinical Science*, 60, 225~228.
- Hoffman-Goetz, L, & Pedersen, B. K.(1994). Exercise and The immune response: a model of the stress response? *Immunology, Today* 15, 382~387.

- Jenkin, R. R. & goldfarb. A.(1993). Introduction: oxidant stress, aging, and exercise. *Medicine. Science. Sports Exercise.* 25(2), 210~212.
- Ji, L. L. (1999). Antioxidants and Oxidative Stress in Exercise. *Biological Medicine*, 222(3). 283~292.
- Ji, L. L.(1996). Exercise, Oxidative Stress and Antioxidants. *American Journal of Sports Medicine*, 24, 20~24.
- Kaufmann, I. C., Harris, T. J., Higgins, J. & Maisel, A. S.(1994). Exercise induced enhancement of immune funtion in the rat. *Circulation*, 90, 525~532.
- Kono, Y., & Fridovich, I.(1982). Superoxide radical inhibits catalase. *Journal of Biological Chemistry*, 257(10), 5751~5754.
- Kraemer, W., Voleck, J. S., Bush, J. A., Putukian, M., & Sebastinelli, W. J.(1998). Hormonal response to consecutive days of heavy resistance exercise with or without nutritional supplementation. *Journal of Physiology.*, 85(4), 1544~1555.
- Kumae, T, Kurakaka, S., & Machida, K.(1994). Effect of training on physical exercise induced changes in nonspecific humoral immunity. *Japanese Journal of Physiolyg*, 60, 75~93.
- Laughlin, M. H., Simpson, T., Sexton, W. L., Brown, O. R., Smith, J. K., & Korthuis, R. J.(1990). Skeletal muscle oxi-dative capacity, antioxidant enzymes and exercise training. *Journal of Applie Physiology*, 68(6), 2337~2343.
- Leeuwenburgh, C., & Heinecke, J. W.(2001). Oxidative Stress and

- Antioxidants in Exercise. *Journal of Current Medicine Chemical*, 8(7), 829~838.
- Liu, Y. G. & Wang, S. Y.(1987). The enhancing effect of exercise on the production of antibody to *Salmonella typhi* in maic. *Immunology Letters*, 14, 117~120.
- Loewen, P. C., Switala, J., & Triggs-Raine, B. L.(1985). Catalases HPI and HPII in *Escherichia coli* are induced independently. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 15, 243(1), 144~149.
- Mackinnon, L. T.(1996). Immunoglobulin, antibody and Exercise immunology review, 2, 35.
- Mackinnon, L. T.(1998). Future directions in exercise and immunology: regulation and integration. *Journal of Sports Medicine*, 19(3), 209~211.
- McMilan M. R., McIntyre, D. E., Booth A., Gordon, J. L., & Hepatitis, C.(1978). virus infection in renal dialysis patients in Glasgow. *Journal of Biochemical*, 2(3), 176~185.
- Miyazaki, H., Oh-ishi, S., Ookawara, T., Kizaki, T., Toshinai, K., Ha, S., Haga, S., Ji, L. L., & Ohno, H.(2001). Strenuous endurance training in humans reduces oxidative stress following exhausting exercise. *European Journal of Apply Physiology*. 84(1~2), 1~6.
- Mueller, O., Villiger, B., O'Callaghan, B., & Simon, H. U.(2000). Immunoilogical effect of competitive versus recreational sports in cross-country skiing. *International Journal of Sports Medicine*. 22, 52~59.

- Muns, G, Liesen, H, Riedel, H, & Bergmann, K, C.(1989). Influence of long distance running on IgA in nasal secretion and saliva, Dtsch, Z, Sports Medicine, 40, 63~65.
- Ndon, J. A., Snyder, A. C., Foster, C., & Wehrenberg, W. B.(1992). Effects of chronic intense exercise training on the leucocyte response to acute exercise. International. Journal of Sports. Medicine., 13(2), 176~182.
- Nehlsen-Cannarella, S. L., Nieman, D. C., Balk-Lamberton, A. J., Markoff, P. A., Chritton D. B., Gusewitch G, Lee J. W.(1991). The effects of moderate exercise training on immune response. Medicine Science Sports Exercise. January, 23(1), 64~70.
- Nehlsen-Cannarella, S. L., Nieman, D. C., Jessen, J., Chang, L., Gusewitch, G., Bliz, G. G., & Ashley, E.(1991). The effect of acute moderate exercise on lymphocyte function and serum immunoglobulin levels. International Journal of Sports Medicine, 12, 391~398.
- Nieman, D. C.(1997). Immune response to heavy exertion. Journal of Physiology., 82, 1385~1394.
- Packer, L. & Colman, C.(1999). The antioxidant miracle your complete plan for total health and healing. Dallas; USA John Wiley & Sons, Inc. 126~131.
- Quash, G., Ripoll, H., Gazzolo, L., Doutheau, A., Saba, A., & Gore, J. (1987). Malondialdehyde production from spermine by

- homogenates of normal and transformed cells. *Journal of Biochemistry*, 69(2), 101~108.
- Sen, C. K., Okawara, T. O., Suzuki, K. N., Taniguchi, Hanminen, O., & Ohno, H.(1994). Immunoreactivity and activity of mitochondrial superoxide dismutase following training and exercise. *Pathophysiology*, 1, 165~168.
- Smith, J. A., Pyne, D. B.(1997). Exercise, Training, neutrophil function. *Exercise Immunol Reverse*. 3, 96~116.
- Storz, G., Jacobson, F. S., Tartaglia, L. A., Morgan, R. W., Silveria, L. A., & Ames, B. N.(1989). An alkyl hydroperoxide reductase induced by oxidative stress in salmonella typhimurium and escherichia coli : renetic characterization and cloning of ahp. *Journal of Bacteriology*, 171(4), 2049~2055.
- Tharp, G. D., & Barbnes, M. W.(1990). Reduction of saliva immunoglobulin levels by swim training. *Journal of European Phsiology*. 60, 61~64.
- Wolbarsht, M. L., & Fridovich, I.(1989). Hyperoxia during reperrusion is a factor in reperfusion injury. *Free Radical Biology Medicine*., 6, 61~62.

감사의 글

어느덧 2년의 시간이 흘러 작은 결실을 맺게 되었습니다. 저에게 있어 부경대학교와 인연을 맺은 시간은 지금껏 지나온 시간 중 가장 힘들었던 시간으로 기억됨과 동시에 보람된 시간이었으며, 스스로의 부족함을 깨달을 수 있는 소중한 시간이었습니다.

이러한 부족함을 깨닫게 하기위해 학문적인 지도와 아울러 인간됨을 가르쳐 주시며, 아낌없는 사랑을 베풀어 주신 신군수 지도교수님께 먼저 머리 숙여 감사드립니다. 흔들리고 나태해질 때는 어김없이 강한 지도와 함께 인자함으로 제자의 부족한 부분을 채워주셨으며, 따뜻한 사랑과 격려로서 안아주셨던 지도교수님의 가르침 잊지 않고 마음속에 영원히 담아 두겠습니다.

부족한 저의 논문을 세밀히 검토해 주시고, 보완해 주시며 아낌없는 격려와 조언을 해주신 박형하 교수님, 김용재 교수님께도 감사의 마음을 전해드리고 싶습니다.

그리고 17년의 세월을 부족한 제자에게 끊임없는 사랑과 격려로 인생의 길을 잡아주시고, 표현은 많으시지만 항상 응원해 주시는 김재수 교수님께 머리 숙여 감사드리며 앞으로도 변하지 않는 모습으로 보은 하겠습니다.

옳고 그름을 확실히 판단 할 수 있도록 지도해 주시고, 저의 부족한 부분을 끊임없이 채워주시는 방현석 교수님께도 머리 숙여 감사드립니다.

항상 따뜻한 모습으로 함께 기뻐하며 함께 슬퍼해 주며 희망과 발전된 모습을 일깨워준 오경모 박사님께 감사의 말씀 드리며, 아울러 항상 곁에서 힘이 되어준 사랑스런 후배 손영진 선생님께도 감사의 말씀 드립니다.

보디빌딩에 대한 순수한 열정과 따뜻한 마음을 지닌 친동생과도 같은 주성이와도 함께 기쁨을 나누고 싶습니다.

또한 함께 동문수학하며 큰형님의 모습으로 가르침을 주신 이장섭 선생님, 아낌없는 우정을 베풀어 주신 이희경, 손주이 선생님께 감사의 말씀 드립니다.

바쁜 생활 중에도 항상 잊지 않고 사랑을 베풀어 준 누나와 자형께 감사드리며, 부족한 오빠지만 항상 믿고 따라주는 사랑스런 동생 미옥이 에게도 고마운 마음 전합니다.

마지막으로 항상 아들을 위해 모든 희생을 감수해 주시는 사랑하는 아버지와 어머니께 이 논문을 바치겠습니다.

