

博士學位論文

마늘攝取와 有酸素性 運動이 血中脂質과 運動遂行  
및 筋 損傷 運動 後 抗酸化 機能에 미치는 影響



濟州大學校 大學院

體育學科

愼 德 洙

2008年 2月

마늘攝取와 有酸素性 運動이 血中脂質과 運動遂行  
및 筋 損傷 運動 後 抗酸化 機能에 미치는 影響

指導教授 李 昌 俊

愼 德 洙

이 論文을 體育學 博士學位 論文으로 提出함

2007年 12月

愼德洙의 體育學 博士學位 論文을 認准함

審査委員長 吳 萬 元 (印)

委 員 林 基 元 (印)

委 員 柳 在 青 (印)

委 員 金 泳 杓 (印)

委 員 李 昌 俊 (印)

濟州大學校 大學院

2007年 12月

Effects of garlic intake and aerobic exercise on blood lipids, exercise performance, and on antioxidant function after muscle damage exercise

Doug-Soo Shin

(Supervised by professor Chang-Joon Lee)

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

2008. 2.

This thesis has been examined and approved.

Department of Physical Education

GRADUATE SCHOOL

CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

<Abstract>

**Effects of garlic intake and aerobic exercise on blood lipids, exercise performance, and on antioxidant function after muscle damage exercise**

**Doug-Soo Shin**

*Department of Physical Education  
Graduate School, Cheju National University  
Jeju, Korea*

(Supervised by professor Chang-Joon Lee)

The purpose of this research was to examine the effect of garlic intake and aerobic exercise on blood lipids, exercise performance, and on antioxidant function after muscle damage exercise in male university students. 28 subjects were divided into control(C, n=7), aerobic exercise(E, n=7), garlic intake(G, n=7), and garlic intake+aerobic exercise(GE, n=7 ) groups. Aerobic exercise program was carried out under the condition of 50~60% of HRmax, 5 days/wk for 12 wks. Garlic intake group was supplemented with commercial garlic extract(about 27 cloves of garlic a day for 12wks). blood lipids, VO<sub>2</sub>max and antioxidant function(MDA, SOD, CAT, GPx) of all subjects were measured at the point of 0wk and 12th wk. Besides, as soon as 12wks have been passed, muscle damage exercise(bench stepping with 15 step/min) was performed. Then only antioxidant function of all subjects were measured at the 1st, 12th, and 24th hr of the recovery phase. All data were expressed as mean and standard deviation by

using SPSS program, and two-way ANOVA with repeated measure was performed to test interaction of group and period. Significance was set at the  $p < 0.05$ . There was no significant difference in TG within and between groups. TC and LDL-C was significantly decreased within GE group, and GE group was shown that there was a significant difference of TC and LDL-C levels, compared with C group. HDL-C was significantly increased within GE group, and GE group was shown that there was a significant difference of HDL-C levels, compared with C group. the level of MDA was shown that there was no significant difference within and between groups following 12 wks, and also in the recovery phase of muscle damage exercise. However, SOD was significantly increased within GE group and GE group was shown that there was a significant difference of SOD, compared with C group following 12 wks. And GE group was shown that there was a significant difference of SOD at the 1st, 12th hr of the recovery phase of muscle damage exercise after 12wks, compared with C group. CAT was significantly increased within GE group and G group following 12 wks, and we examined a significant difference in GE group at the point of 24th hr of the recovery phase of muscle damage exercise after 12 wks, compared with C group. The increase of GPx was observed in GE group following 12 wks, and G group was shown that there was a significant difference of GPx at the 24th hr of the recovery phase of muscle damage exercise after 12 wks, compared with C group. The increase of  $VO_2\text{max}$  was observed within all groups, but not significant difference of  $VO_2\text{max}$  between groups. All-out time was not shown that there was any significant difference between groups as well as within groups after garlic intake and regular aerobic exercise. In summary, when considering the above results, we conclude that combined treatment of garlic intake and aerobic exercise can decrease blood

lipids and improve antioxidant function following 12wks, and it can ameliorate antioxidant function for recovery phase after muscle damage exercise.



# 목 차

## Abstract

I. 서 론 .....	1
1. 연구의 필요성 .....	1
2. 연구의 목적 .....	5
3. 연구의 가설 .....	5
4. 연구의 범위 .....	6
5. 연구의 제한점 .....	6
6. 용어의 정의 .....	7
II. 이론적 배경 .....	8
1. 마늘 .....	8
1) 마늘의 사용 유래 .....	8
2) 마늘의 성분 .....	9
2. 마늘의 효과 .....	11
1) 마늘과 혈중지질 .....	11
2) 마늘과 항산화 .....	13
3. 운동의 효과 .....	15
1) 운동과 혈중지질 .....	15
2) 운동과 항산화 .....	16
III. 연구 방법 .....	19
1. 연구대상 .....	19
2. 실험설계 .....	19
3. 실험방법 .....	21

1) 운동부하방법 .....	21
2) 근 손상 운동방법 .....	23
3) 마늘 섭취 .....	23
4. 측정항목 .....	23
1) 혈중지질 .....	23
2) 항산화 기능 .....	24
5. 자료처리 .....	25
<b>IV. 연구 결과</b> .....	<b>27</b>
1. 혈중 지질 .....	27
2. 항산화 기능 .....	31
3. 운동 수행 .....	42
<b>V. 논 의</b> .....	<b>44</b>
1. 혈중지질에 미치는 영향 .....	44
2. 항산화 기능에 미치는 영향 .....	47
3. 운동수행에 미치는 영향 .....	51
<b>VI. 결 론</b> .....	<b>53</b>
<b>참고문헌</b> .....	<b>55</b>

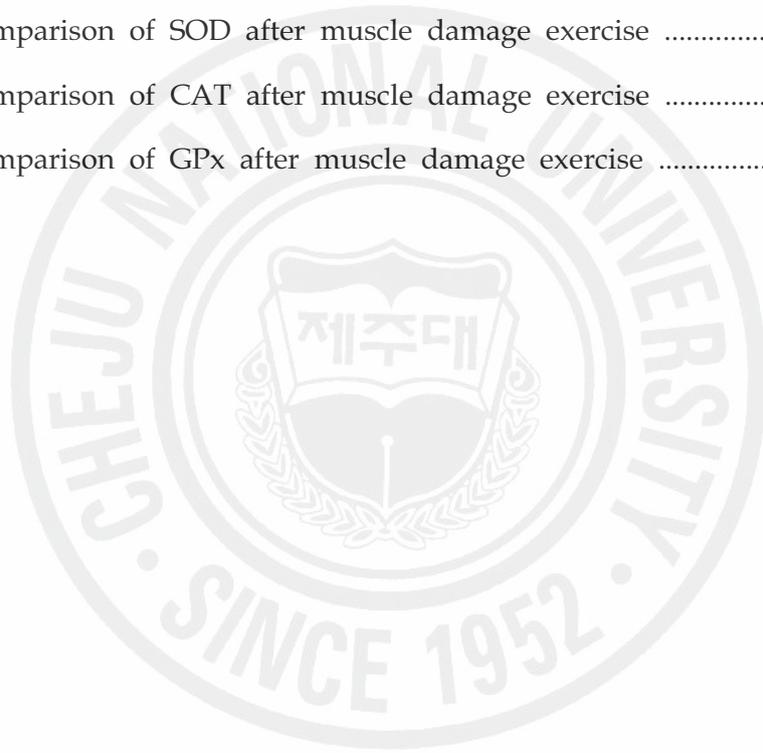
## List of Tables

Table 1. Nutrients per 100g of garlic .....	9
Table 2. The physical characteristics of subjects .....	19
Table 3. Aerobic exercise program .....	20
Table 4. The results of repeated measure ANOVA for blood TG levels after 12 weeks .....	27
Table 5. Comparison of blood TG levels after 12 weeks .....	28
Table 6. The results of repeated measure ANOVA for blood TC levels after 12 weeks .....	28
Table 7. Comparison of blood TC levels after 12 weeks .....	29
Table 8. The results of repeated measure ANOVA for blood HDL-C levels after 12 weeks .....	29
Table 9. Comparison of blood HDL-C levels after 12 weeks .....	30
Table 10. The results of repeated measure ANOVA for blood LDL-C levels after 12 weeks .....	31
Table 11. Comparison of blood LDL-C levels after 12 weeks .....	31
Table 12. The results of repeated measure ANOVA for MDA after 12 weeks .....	32
Table 13. Comparison of MDA after 12 weeks .....	32
Table 14. The results of repeated measure ANOVA for MDA after muscle damage exercise .....	33
Table 15. Comparison of MDA after muscle damage exercise .....	33
Table 16. The results of repeated measure ANOVA for SOD after 12 weeks .....	34
Table 17. Comparison of SOD after 12 weeks .....	35
Table 18. The results of repeated measure ANOVA for SOD after	

muscle damage exercise .....	35
Table 19. Comparison of SOD after muscle damage exercise .....	36
Table 20. The results of repeated measure ANOVA for	
CAT after 12 weeks .....	37
Table 21. Comparison of CAT after 12 weeks .....	37
Table 22. The results of repeated measure ANOVA for CAT after	
muscle damage exercise .....	38
Table 23. Comparison of CAT after muscle damage exercise .....	38
Table 24. The results of repeated measure ANOVA for	
GPx after 12 weeks .....	39
Table 25. Comparison of GPx after 12 weeks .....	40
Table 26. The results of repeated measure ANOVA for GPx after	
muscle damage exercise .....	40
Table 27. Comparison of GPx after muscle damage exercise .....	41
Table 28. The results of repeated measure ANOVA for	
VO <sub>2</sub> max after 12 weeks .....	42
Table 29. Comparison of VO <sub>2</sub> max after 12 weeks .....	42
Table 30. The results of repeated measure ANOVA for	
all-out time after 12 weeks .....	43
Table 31. Comparison of all-out time after 12 weeks .....	43

## List of Figures

Figure 1. Enzymatic reaction of sulfur-substituted cysteine sulfoxide .....	10
Figure 2. Organosulfur components from garlic .....	11
Figure 3. The experimental design .....	21
Figure 4. Bruce protocol .....	22
Figure 5. Comparison of MDA after muscle damage exercise .....	34
Figure 6. Comparison of SOD after muscle damage exercise .....	36
Figure 7. Comparison of CAT after muscle damage exercise .....	39
Figure 8. Comparison of GPx after muscle damage exercise .....	41



# I. 서론

## 1. 연구의 필요성

최근 의학 분야에서 놀랄만한 발전이 있음에도 불구하고 고혈압, 당뇨병, 심장질환, 그리고 암과 같은 생활습관과 관련된 질환들이 계속해서 증가하고 있는 추세이며, 사망의 주요원인이 되고 있다. 이러한 결과로 인해 일반대중들은 건강에 대해 더욱 많은 의식을 갖게 되었고, 생활관련 질환을 막기 위해 정기적으로 자신에 맞는 운동을 찾고 있으며, 체력을 강화시키고 있다. 적절한 운동은 질병과 정신적 스트레스를 예방하는데 유용하지만, 과도한 운동 그 자체는 스트레스의 형태로 존재하며, 피로를 유발시키거나, 다양한 형태로 신체에 손상을 입힐 수 있다 (Moriyama et al., 2006). 이와 관련하여 식이 요법 또한 중요한 역할을 하고 있으며, 건강과 관련된 phytochemicals(식물생리활성영양소)를 함유한 과일과 채소들이 각광을 받고 있다. 그 중, phytochemicals의 하나로 전 세계적으로 잘 알려진 식물이 마늘이다(Rahman et al., 2006).

마늘(*Allium sativum*)의 의학적 사용은 오랜 역사를 가져왔는데, B.C. 3700년으로 기록되는 마늘의 그림과 조각들이 이집트 무덤에서 발견되었고, 심장질환, 종양, 두통의 치료제로써 마늘의 사용은 B.C. 1550년으로 기록되어 있는 Egyptian Codex Ebers에 나타나 있다. 마늘은 성경에서도 언급이 되며, 특히 중국과 인디아와 같은 많은 나라에서 전통적 치료요법이 되어왔다(Block, 1985).

최근 연구들은 마늘이 갖고 있는 많은 의학적 특성들과 질병의 위험을 감소시키는 마늘의 잠재성에 대해 입증하고 있는데 마늘, 마늘 추출물, 그리고 그것의 성분들이 암을 예방하는 효과가 동물실험에서 밝혀지고 있다(Amagase et al., 1993, Milner, 1996, Nishino et al., 1990). 역학적 연구 결과에 의하면, 마늘섭취와 감소된 위암, 대장암 사이에 역상관 관계가 있음을 나타내고 있다(Steinmetz et al., 1994). 마늘의 메카니즘은 강력한 항산화작용(Wei et al., 1998), 면역학적 반응

의 조절, 몸의 염증에 관여하는 prostanoid 합성의 조절로 설명이 되고 있다 (Dimitrov et al., 1997). 또한 마늘은 다양한 질환의 치료목적으로 아직까지 지구 상에서 가장 선호되어 민간요법에 사용되는 식물로서(Ali et al., 1995), 항균성, 항혈전성, 항고혈압성, 혈당강하, 고지혈증강하라는 독특한 의학적 성질을 지니고 있다(Ernst et al., 1985).

한편, 본 연구와 관련하여 혈중지질저하 효과를 설명하는 연구들이 보고되고 있다. 마늘의 유효성분으로 추정되는 물질인 alliin(*S-allyl cysteine sulfoxide*)은 마늘의 본래성분으로서 그 자체가 혈중 지질저하 효과를 가지고 있으며, 조직이 파괴되면서 allinase에 의해서 allicin으로 분해된 후 항균성, 혈중지질 및 혈당저하 효과 등 다양한 생물학적 효력을 가지게 된다. 마늘의 생물학적 활성은 특징적인 냄새와 맛을 공급하는 풍부한 황화합물에 기인하는데(Lawson, 1998), ajoene(4,5,9-trithiadodeca-1,6,11-triene-9-oxide)은 순수 allicin으로부터 생성된 화합물로서 allicin보다 더 큰 화학적 안정성을 갖고 있다는 장점이 있다(Ibert, 1990). 잘 알려진 ajoene의 생물학적 활성은 혈전증을 막고, 항균작용을 포함 (Apitz-Castro, 1986)하며, HMG-CoA reductase 억제를 통하여 콜레스테롤 생합성을 감소시킨다(Gebhardt, 1994). 그리고, Yu 등(1994)은 마늘의 혈중 지질농도 감소 효과는 마늘 성분인 allicin 또는 diallyl sulfides가 acetyl CoA나 3-hydroxy-3-methyl glutaryl CoA reductase를 저해하기 때문이라고 보고했다. 그 외 Kieseletter 등(1993), Gadkari 등(1991), Silagy 등(1994)도 마늘이 체내 지질대사에 영향을 미쳐 혈중 지질량을 낮추는 효과뿐만 아니라 고혈압, 심장병, 뇌졸중 등의 직접적 원인인 동맥경화증, 혈전증, 혈관수축에 의한 혈행 장애를 어느 정도 막아주는 효과가 있음을 보고하였다.

또한, 마늘의 allicin이 thiamine과 반응을 하게되면, allithiamine 또는 TAD(thiamine allyl disulfide)라고 불리는 thiamine 유도체가 만들어진다고 보고되었고(Motonori, 1976), allithiamine을 섭취하였을 때 기존의 비타민 B<sub>1</sub>이 체내에서 쉽게 배출되는 것에 비하여 오랫동안 그 효과가 지속될 뿐 아니라 높은 활성

을 나타내는 것으로 보고하였는데(Shinozaki, 1976), 운동 중 일어나는 근육피로의 가장 큰 발생원인은 젖산의 축적 때문으로(Karlsson, 1971), 이러한 젖산의 효율적인 처리에는 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, niacin 등의 비타민이 필요하며, 훈련이나 시험 직후에 이러한 수용성 비타민을 섭취하는 것이 매우 효과적이다(백영호, 1989). 이러한 의미에서 마늘은 타 식품에 비해 열량이 많고, 탄수화물과 칼슘, 철, 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C 등을 많이 함유하고 있어 마늘섭취를 통해 장시간 운동 시 스테미너의 축적은 물론, 운동 후 피로회복에도 매우 큰 영향을 미치며(백영호, 1995), 마늘의 스테미너 효과의 주된 요인은 scordinin의 작용과 allicin의 작용이 이라고 보고하여(차태양, 2004), 운동수행증진으로서의 마늘의 효과를 시사하고 있다.

한편, 적절한 운동은 건강 증진에 도움을 줄 뿐만 아니라 생활에 활력을 준다. 하지만, 과도한 운동과 부적절한 운동 강도에 의해 발생하는 산화적 스트레스(oxidative stress)는 체내에 활성산소종(ROS : reactive oxygen species)을 발생시켜 각종 대사 물질과 면역계, 내분비계, 그리고 근육 등에 나쁜 영향을 미친다(고기준 등, 1999). 이러한 활성산소의 생성은 노화, 질병, 스트레스, 흡연, 음주, 자외선 등에 의해 증가하며, 특히 대량의 산소섭취가 요구되는 고강도 운동에 의해 직접적인 영향을 받으며, 지질과산화(lipid peroxidation)의 증대를 일으킨다(Jenkins 등, 1993). 또한 건강을 위협하는 ROS의 내인성 수준은 만성적 감염, 염증, 격렬한 신체적 운동, 스트레스상에서 보여지는 고대사상태(hypermetabolic state), 외상, 패혈증 등에 의해서도 증가한다(Borek, 2001). 호기성 세포는 대사과정에서 지질, 단백질 및 DNA의 산화적 손상을 유발할 수 있는 독성이 강한 활성산소를 생성하는데, 이는 SOD(superoxide dismutase)에 의해 과산화수소로 전환되고, 과산화수소는 catalase와 GPx(glutathione peroxidase)등의 항산화 효소에 의해 제거된다(Fridovich, 1986). 이와 같은 측면에서, 규칙적인 운동은 체내 면역 체계와 항산화 방어 체계를 향상시킴으로써, 심혈관계 질환과 여러 종류의 암을 예방할 수 있다고 보고하였고(Lee, 1995), 많은 운동생리학자들이 생리, 병리적 분석을 통해 규칙적인 유산소 운동이 신진대사를 원활히 하고, 면역체계를 강화하며, 체중조절, 스

트레스 해소, 관상동맥 질환과 성인병의 예방에 긍정적인 효과가 있다고 하였다 (Morgan et al., 1988). 이와 관련하여, 운동으로 인한 산화적 스트레스에 의해 생성된 활성산소에 대한 연구들이 활발히 진행되고 있는데, 격렬한 운동 시에는 안정시 보다 10-15배, 골격근에서는 최대 100배까지 산소의 이용량이 증가하기 때문에 활성산소의 생성이 그만큼 증가한다(Davies et al., 1982; Aikawa et al., 1984; Reznick et al., 1992; Sen, 1995). 따라서, 항산화체계를 향상시킬 수 있는 규칙적인 유산소 운동과 함께, 마늘과 같은 식물로부터 phytochemicals(식물생리활성영양소)는 산화적 손상에 대해 중요한 방어기전을 공급한다(Borek, 1997). 마늘의 항산화 작용은 ROS를 제거하고, 지질과산화의 형성을 막는 마늘 구성성분에 의해 결정된다(Amagase, 1997). 또한, 산화된 LDL은 내피세포에 영향을 미치는 세포독성에 의해 동맥경화를 일으키는 혈관 장애를 촉진하는데, 산화 구리 이온에 노출된 내피세포의 생체 외 실험에서 마늘은 ROS를 제거하고, LDL 산화를 막으며, 산화된 LDL에 의해 내피세포의 손상을 억제시켰다고 Ide 등(1997)은 보고하였다. 마늘의 항산화력을 설명하는 성분이 무엇인지는 현재까지 정확히 파악되지 않았으나, 마늘이 높은 함량의 황화합물을 포함하고 있기 때문인 것으로 여겨지고 있다(Durak et al., 2004). 마늘은 여러 phytochemicals 성분들의 혼합물로 이루어져 있으므로, 이들 성분이 상승작용을 하여 바람직한 효능, 특히 항산화력을 발휘하는 것으로 보이며, 마늘이 함유하고 있는 플라보노이드(apigenin, myricetin, quercetin)와도 관련이 있는 것으로 나타난다(Miean et al., 2001).

이와 같이 규칙적인 유산소 운동과 마늘의 생리학적 활성에 대해 많은 연구가 진행되고 있지만, 이들 연구는 대부분 마늘과 같은 항산화제 섭취와 운동의 효과에 대한 실험 전·후 차이를 본 결과이며, 지질과산화를 유도하는 다수의 연구들이 지구성 탈진운동을 선택하고 있는 연구가 대부분이다. 따라서, 본 연구에서는 실험 처치 전·후 비교 및 처치 후 일회성 운동으로 근 손상 및 통증을 일으킬 수 있는 운동을 실시하여, 선행연구에서 미미하게 다루고 있는 회복기 항산화 기능에 미치는 변화를 규명할 연구의 필요성이 있다고 사료된다.

## 2. 연구의 목적

적절한 운동과 장기간의 항산화 기능식품의 섭취는 혈중 지질과 산화적 스트레스에 긍정적인 변화를 초래한다. 하지만, 격렬한 일회성 근 손상 운동은 이와 반대로 신체피로를 누적시킬 수 있으며, 신체에 부정적인 결과를 초래할 수 있고, 내인성 항산화효소만으로는 산화스트레스를 방어하는데 충분치 못하다.

따라서, 본 연구에서의 연구목적은 다음과 같다.

- 1) 건강한 남자대학생을 대상으로 12주간 마늘 추출액 섭취와 규칙적인 유산소성 운동 실시 후 혈중지질과 운동수행에 미치는 영향을 비교 분석한다.
- 2) 12주간 마늘 섭취와 규칙적인 유산소성 운동 후 항산화 기능의 변화를 비교 분석한다.
- 3) 12주간 마늘 섭취와 규칙적인 유산소성 운동 후 갑작스런 일회성 근 손상 운동 시 회복기간에 생성되는 항산화 기능의 변화를 비교 분석한다.

## 3. 연구의 가설

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 연구 가설을 설정하였다.

- 1) 12주간 마늘 섭취와 규칙적인 유산소성 운동은 처치기간에 따라 혈중지질에 차이를 보일 것이다.
- 2) 12주간 마늘 섭취와 규칙적인 유산소성 운동은 처치기간에 따라 항산화 기능에 차이를 보일 것이다.
- 3) 12주간 마늘 섭취와 규칙적인 유산소성 운동 후 갑작스런 일회성 근 손상 운동 시 회복기간에 따라 항산화 기능에 차이를 보일 것이다.
- 4) 12주간 마늘 섭취와 규칙적인 유산소성 운동은 처치기간에 따라 운동수행에 차이를 보일 것이다.

#### 4. 연구의 범위

- 1) 본 연구의 대상자는 남자대학생 중에서 건강하고 자발적으로 참여에 동의한 28명으로 하였다.
- 2) 대상자 중 처치그룹은 12주간 마늘 섭취 및 규칙적인 유산소성 운동을 실시하였다.
- 3) 대상자는 실험 이전에 특정 마늘식품이나 규칙적인 유산소성 운동에 참여하지 않았다.
- 4) 처치기간 동안 대상자의 식생활은 동일하지 않았으나, 측정항목에 영향을 미치는 보약이나 기타 약제의 복용을 금하도록 하였다.
- 5) 채혈은 주사기로 주정중피정맥에서 실시하였고, 처치 전, 처치 12주 후 2회에 걸쳐 실시하였으며, 다시 12주 후 근손상 운동 시 회복 1시간, 12시간, 24시간의 3회에 걸쳐 채혈을 실시하였다.
- 6) 본 연구에서 종속변인인 혈중지질은 TG, TC, HDL-C, LDL-C을 측정하였으며, 운동수행은 최대산소섭취량, 운동지속시간을 측정하였다. 항산화 기능에 대한 변인은 MDA, SOD, CAT, GPx를 측정하였다.

#### 5. 연구의 제한점

- 1) 실험기간 동안 대상자들은 본 프로그램 이외의 신체활동 및 음주는 가능한 자제하도록 권장 하였으나, 완전한 통제는 불가능 하였다.
- 2) 대상자의 유전적 특성 및 생리적, 심리적 요인들은 동일하게 통제하지 못하였다.
- 3) 실험기간 동안 본 실험의 마늘 섭취 외에 일상생활에서의 마늘섭취를 통제하지 못하였다.

## 6. 용어의 정의

본 연구에서 사용된 용어의 정의는 다음과 같다.

- 1) Triglyceride(TG) : 글리세린과 세분자의 지방산이 에스터 결합한 화합물이다. 탄수화물로부터 합성되며, 동물의 지방조직에 저장되기 때문에 효소에 의한 가수분해로 유리지방산을 혈액중에 방출한다.
- 2) Cholesterol : 유리형과 에스테르형으로 존재하는데, 유리형은 모든 세포막의 성분이며 대부분 조직에서 콜레스테롤 존재 형태이다. 담즙산, 스테로이드 호르몬의 재료로서 지단백에 의하여 운반된다.
- 3) High density lipoprotein cholesterol(HDL-C) : 콜레스테롤 및 중성지방의 함량이 적으며, 인지질의 함량은 중등도이고 단백질의 함량이 비교적 많은 혈장 지단백이다.
- 4) Low density lipoprotein cholesterol(LDL-C) : 콜레스테롤 함량이 많고 인지질 및 단백질의 함량이 중등도이며, 중성지방의 함량이 적은 혈장 지단백이다.
- 5) Malondialdehyde(MDA) : 세포막을 구성하는 다중불포화 지방산이 산소 자유라디칼에 의해 산화되어 생성되는 부산물이다.
- 6) Superoxide dismutase(SOD) : 과산화 음이온을 과산화수소와 산소로 환원시키는 항산화 효소의 일종이다.
- 7) Catalase(CAT) : SOD에 의해 전환된 과산화수소가 더 강력한 유리기를 형성할 수 없도록 하는데 필요한 효소이다.
- 8) Glutathione peroxidase(GPx) : 과산화수소를 물로, hydroperoxide를 hydroxy acid로 환원시키는 항산화 효소이다.

## II. 이론적 배경

### 1. 마늘

#### 1) 마늘의 사용 유래

중양아시아에서 유래된 마늘은 일반적으로 조미료, 전통적 약재, 그리고 육체적, 정신적 건강을 강화시키는 기능성 식품으로 사용되고 있다. 인간의 질병과 장애의 다양한 치료제로서 마늘의 유익한 효과는 수세기에 걸쳐 잘 알려지고 있는데, 심장질환, 악성종양 등의 치료제로서 마늘은 Egyptian Codex Ebers에도 기록되어 있다(Rahman, 2001). 인도의 유명한 내과 의사인 Charaka도 마늘이 심장을 튼튼하게 하고, 심장질환을 예방하는 역할을 한다고 주장하였다(Fenwick et al., 1985). 또한 마늘은 심혈관 질환의 발병을 막고, 암과 노화와 관련된 또 다른 만성 질환을 예방한다고 보고(Rahman, 2003)하였으며, 지난 25세기에 걸쳐 심혈관 질환을 다루는 마늘의 역할이 주목받아 왔다. 마늘의 대부분(65%)은 수분이며, 건조중량의 마늘은 과당을 포함한 탄수화물로 구성되어 있고, 이어서 황화합물, 단백질, 섬유질, 그리고 유리 아미노산으로 구성된다(Lawson, 1996). 또한 마늘은 높은 수준의 사포닌, 인, 포타시움, 황, 아연을 포함하며, 중 정도 수준의 셀레늄, 비타민 A, C, 그리고 낮은 수준의 칼슘, 마그네슘, 소듐, 철, 망간, 비타민 B 복합체를 함유하고 있으며, 마늘 역시 높은 페놀계식품이다(Vinson et al., 2001). 마늘에서 나타나는 대부분의 화합물은 수용성(97%)이며, 지용성 화합물은 소량(0.15~0.7%)이 보여진다. 수 년간 걸쳐 생체 내, 생체 외 실험에서 서로 다른 마늘 처리방법이 각종 질환의 치료와 예방차원에서 조사되고 있다. 보통의 경우, 생마늘, 마늘 파우더, 증기 증류된 마늘 오일, 침출 유 마늘(oil-macerated garlic), 에테르 추출 마늘 오일, 숙성된 마늘 추출물 등이 연구되고 있으며, 이러한 마늘 처리방법 모두 마늘의 구성성분에서 차이를 보이고 있고, 다양한 비교 연구들이 조사되고 있다(Rahman et al., 2006).

## 2) 마늘의 성분

마늘은 거의 연간 공급이 가능한 채소로서, 마늘 100g당 기본영양소 성분은 <Table 1>과 같다(한국영양학회, 2005).

Table 1 Nutrients per 100g of garlic

Ingredients	Amount	Ingredients	Amount
kcal	120	K(mg)	652
H <sub>2</sub> O(%)	64	Zn(mg)	0.9
protein(g)	9.2	vitamin A(R.E)	1.0
fat(g)	0.2	β-carotene(μg)	3.0
carbohydrate(g)	24.2	vitamin B <sub>1</sub> (mg)	0.2
fiber(g)	10.1	vitamin B <sub>2</sub> (mg)	0.1
ash(g)	1.6	vitamin B <sub>6</sub> (mg)	0.9
Ca(mg)	14	niacin(mg)	0.5
P(mg)	199	vitamin C(mg)	9.0
Fe(mg)	1.0	folate(μg)	6.2
Na(mg)	5.0	vitamin E(mg)	0.4

손상되지 않은 마늘에서 주요 함황화합물은  $\Gamma$ -glutamyl-S-allyl-L-cysteines와 S-allyl-L-cysteine sulfoxides(alliin)이다. 두 성분 모두 풍부한 황화합물로서 alliin은 무취를 띠는 함황아미노산이고, allicin, methiin, (+)-S-(trans-1-propenyl)-L-cysteine sulfoxide, cycloalliin의 전구체이며, cycloalliin을 제외한 이러한 sulfoxide는 생 마늘이 잘라지거나 부숴질 때, 효소 반응을 통하여 allicin과 같은 thiosulfinates로 전환된다. 따라서 손상되지 않은 마늘에서는 thiosulfinates가 발견되지 않으며, 마늘의 효소적 반응 형성은 <fig. 1>과 같다(Amagase, 2006). 마늘 특유의 휘발성 향기성분은 마늘 조직이 파괴될 때 마늘 중의 alliin이 allinase에 의해 allicin과 pyruvic acid로 분해되고, allicin이 다시 diallyl thiosulfinate와 diallyl sulfide로 분해되며, 이들이 pyruvic acid와 작용하여 저급 황화합물 및 carbonyl 화합물, cysteine, homocysteine 등의 함황화아미노산, vitamin C, vitamin B<sub>1</sub> 등으로 분해되어 생성하는 것으로 알려져 있다(전희정 등, 1986). Alliin은 아무런 냄새가 없으나 분해화합물인 allicin은 불쾌한 냄새를 갖고 있으며, 결국 마늘냄새는 allicin에 기인한다. 마늘이 썰거나 분쇄되기 전에 냄새가 극히 적거나 거의 없는 원인이 이러한 이유 때문이다(Freeman

et al., 1995). Brondnitz 등(1971)은 alliin을 20℃에서 20시간 방치하면 diallyl disulfide(66%), diallyl sulfide(14%), diallyl trisulfide(9%), 그리고 SO<sub>2</sub>로 완전히 분해된다고 보고하고 있다. Alliin의 분해는 몇 가지 경로가 알려져 있는데, 그 중 하나는 3분자의 alliin이 재조합하여 2분자의 ajoene(4,5,9-trithiadodeca-1,6,11-triene-9-oxide)을 형성하며, trans와 cis 두 가지 형태가 있는 것으로 알려져 있다(Block et al., 1986). Alliin의 또 다른 분해경로로 2-propenesulfenic acid와 thioacrolein이 형성되는데 이 분해 화합물들은 반응성이 매우 강해서 서로 재결합 하여 새로운 화합물로 전환된다. 즉 2분자 2-propenesulfenic acid가 다시 축합하여 alliin이 재형성 되기도 하고, thioacrolein이 Diel-Alder 반응하여 6각형 환상화합물인 dithiin 유도체 2종(2-vinyldithiin-1,3과 3-vinyldithiin-1,2)이 형성된다(Block et al., 1990). 그리고, Allinase는 cysteine sulfoxides를 thiosulfinate로 전환시키는 주 효소로서 정제된 효소는 S-methyl-L-cysteine을 기질로 하였을 때, 최적 pH가 6.5이며, 인산피리독살은 보조요인으로써 allinase의 활성을 자극한다(Mazelis et al., 1968).

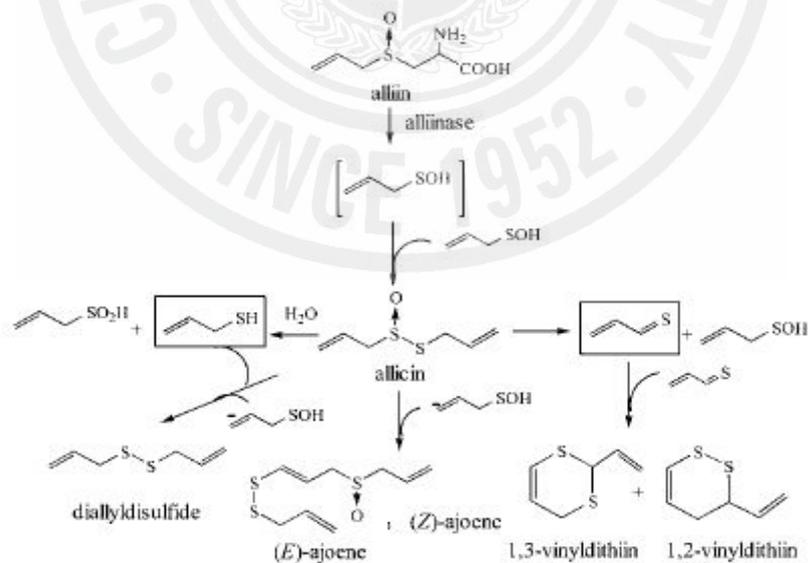


Fig. 1. Enzymatic reaction of sulfur-substituted cysteine sulfoxides  
(adapted from Amagase, 2006)

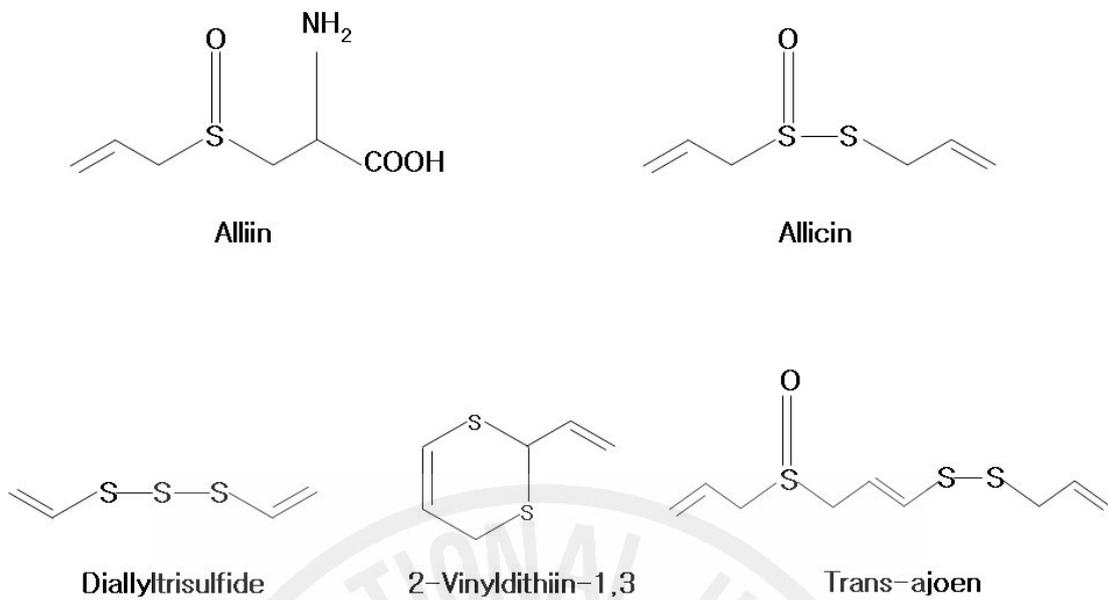


Fig. 2. Organosulfur components from garlic  
(adapted from Spigelski et al., 2001)

## 2. 마늘의 효과

### 1) 마늘과 혈중지질

생 마늘이나 마늘 가공제품을 먹게되면 콜레스테롤 저하를 통해 혈액지질성분에 유리하게 작용하며, 혈소판의 응집작용을 억제하는 한편 혈전용해작용을 촉진하여 혈액순환을 개선하고 모세혈관의 혈액순환을 증가시켜, 마늘을 다량으로 섭취하는 사람은 관상동맥 심장질환에 잘 걸리지 않는 것으로 조사되고 있다 (Ernst et al., 1985; Spigelski et al 2001; Rahman, 2001). 또한 마늘성분은 혈중지질 저하 효과를 가지고 있어, 사람과 흰쥐의 혈청 중에 함유된 콜레스테롤 및 중성지방 등의 함량을 감소시키고, 동맥경화 발생을 억제시킨다(Effendy et al., 1997).

1981년 Bordia 등(1998)은 심장마비 전력이 있는 환자의 사망률 연구에서 3년간 ajoene과 dithiin이 고용량 함유된 garlic oil(6mg/day) 복용자가 위약군에 비해

혈청지질이 현저하게 감소하였고, 심장마비 재발률이 35%, 사망률이 45% 감소했다고 보고하고 있다. Jain 등(1993)은 고콜레스테롤혈증을 가진 42명을 대상으로 마늘 파우더 900mg/day, 12주간의 효과 연구에서 TC와 LDL-C 수준이 유의하게 감소하였음을 보고하였다. 또한 Silagy 등(1994)은 952명 환자에서 건조 마늘 투여로 위약군에 비해 혈중 TG 농도를 감소시켰고, Vorberg 등(1990)도 40명의 고콜레스테롤 환자에게 마늘 분말 900mg을 12주간 투여하여 위약군에 비해 혈중 콜레스테롤과 TG 및 혈압을 떨어뜨렸음을 보고하고 있다. 특히 Rotzsch 등(1992)은 24명을 대상으로 하루 마늘 분말 900mg을 6주간 투여하여 HDL-C이 증가함을 관찰하였고, Holzgartner 등(1992)도 98명의 환자를 대상으로 하루 마늘 분말 900mg을 12주간 투여한 실험에서 LDL-C이 감소하고, HDL-C의 증가를 관찰했다. 동물 실험에서도 여러 연구에서 고콜레스테롤 다이어트로 유도된 고콜레스테롤혈증 쥐를 대상으로 마늘(최소 4주)섭취 후 혈청 콜레스테롤, TG, LDL-C이 유의하게 감소되었고, 간에서 전체적 지질 수준 역시 장기간 마늘 섭취 후 감소하였음을 보고하고 있다(Chang et al., 1980; Mathew et al., 1996; Rajasree et al., 1999). 또한 마늘 식이 섭취가 지질대사에 영향을 미친 연구결과에 의하면 마늘의 생리적 효능은 마늘에 함유된 alliin이 분해되어 생성된 allicin이 내인성 콜레스테롤의 함량을 감소시켰을 것이라 보고하였고(Simon et al., 1995), Augusti(1977)는 allicin의 불포화된 allyl chain이 포화된 propyl chain으로 환원되기 때문에 NADH와 NADPH의 함량이 감소되고, allicin의 -SH 기가 CoA-SH와 결합하기 때문에 콜레스테롤 생합성의 조효소인 CoA-SH 함량이 감소되므로 콜레스테롤 생합성이 억제되어 내인성 콜레스테롤의 함량이 감소된다고 보고하고 있다. Gebhardt(1991)도 마늘의 혈중지질 농도 저하 효과는 마늘 성분인 allicin 또는 diallyl sulfides가 3-hydroxy-3-methylglutamyl CoA(HMG-CoA) reductase를 저하시켜 콜레스테롤 합성이 억제되는 것으로 보고하고 있다. 마늘 추출물에 몇 종류의 prostaglandins가 있는 것으로 보고(Ali et al., 1990)되었는데, Ali 등(2000)은 prostaglandins는 cAMP의 수준을 저하시키기 때문에 triacylglycerol lipase의 활성을 억제하여, 혈

중의 유리지방산 함량을 감소시킬 수 있다고 보고하고 있다. 따라서, 신성희 등 (2004)은 만일 마늘에 prostaglandin이 함유되어 있다면 마늘의 지질저하 효능은 식이섬유, polyphenols, flavonoids, allicin과 더불어 마늘에 함유된 prostaglandin 때문이라 할 수 있다고 보고하고 있다. 그 외, 콜레스테롤 합성억제와 squalene epoxidase 억제작용이 마늘에 함유되어 있는 텔루륨(Te) 때문이라는 보고도 있고 (Larner, 1995), 마늘의 유허함유 아미노산과 peptide가 apolipoprotein B100 분비 감소를 통해 TG와 콜레스테롤 합성을 억제하는 것으로 보고하고 있다(Han et al., 2002). 또한 Gebhardt(1993)는 마늘 추출물과 마늘에서 분리된 ajoene, methylajoene, allicin, 2-vinyldithiin-1,3, 그리고 diallyl disulfide과 같은 화합물이 콜레스테롤 합성을 20~70% 억제시킨다고 하였으며, 이러한 억제는 콜레스테롤 생합성에 관여하는 효소인 HMG-CoA reductase 억제 수준에서 발휘된다고 보고하고 있다.

## 2) 마늘과 항산화

활성산소종(ROS)은 DNA, 탄수화물, 단백질 같은 생물학적 macromolecules(고분자 또는 거대분자)를 손상시킬 수 있고, ROS에 대처하기 위한 생물학적 구조는 내인성 항산화의 형태로 보호적 장치를 가지고 있다. 이런 서로 다른 내인성 항산화 효소들 사이에 superoxide dismutase(SOD), catalase, glutathione peroxidase(GPx)는 산화 스트레스를 중화시키는데 중요한 역할을 한다. 하지만, 내인성 항산화는 인체에 의해서 꾸준하게 ROS를 방어하는데 충분치 않다(Sen, 1995).

마늘은 공기 중에서 효소에 의해 생리활성 물질인 allicin으로 변화하는 alliin 등 각종 유허화합물을 함유하고 있으며, 이들 성분이 활성산소종에 대항하거나 항산화 작용을 갖는 여러 효소의 효능을 증가시킴으로써 염증질환이나 지질과산화 등을 개선하는 작용을 나타낸다고 알려져 있다(Yamasaki et al., 1997). Prasad 등 (1996)은 수성마늘추출물(aqueous garlic extract)은 토끼 간에서 농도 의존형 방식

으로 하이드록실 라디칼(hydroxyl radical)로 유도된 지질과산화물인 malondialdehyde(MDA)의 형성을 억제하였다고 보고하고 있고, Popov 등(1994)은 마늘 처리상의 1mg으로부터 얻어진 aqueous garlic extract는 항산화적으로 ascorbic acid(vitamin C)의 30nmol과 alpha-tocopherol(vitamin E)의 3.6nmol 만큼 효과적이라고 보고하고 있다. 또한 LDL 산화가 혈관 벽에서 지방축적과 플라그 형성을 촉진하는데, 인간 실험에서 마늘의 단기간 섭취는 LDL 산화에 대한 저항을 증가시킨다고 보고하고 있으며, 이러한 데이터는 억제된 LDL 산화가 심장과 혈관 벽을 보호하는데 마늘의 효과를 설명하는 강력한 메카니즘이란 것을 나타내고 있다(Lau, 2001). Kagawa 등(1986)은 마늘 추출물(100, 500mg/kg)이 carbon tetrachloride로 유도된 간 손상으로부터 보호하고, 지질과산화를 억제시켰다고 보고하고 있고, Sheela 등(1995)은 만성 콜레스테롤 섭취로 유도된 조직에서 alliin의 장기간 섭취가 증가된 지질과산화와 감소된 GPx, SOD, CAT 활성을 회복시켰다고 보고하고 있다. Pedraza-Chaverri 등(2000)은 쥐 실험에서 식이의 2% 마늘 파우더가 gentamicin 독성으로 관찰된 지질과산화의 증가와 Mn-SOD와 GPx의 감소를 억제시켰다고 보고하고 있으며, Kerstin 등(1997)은 마늘 파우더의 규칙적인 장기간 섭취가 산화적 손상으로부터 혈관내피세포를 보호하며, 그로인해 혈관의 탄력성을 강화시켰다고 보고하고 있다. 또한 생마늘을 얇게 조각내어 15~20% 에탄올에서 20개월동안 저장된 마늘은 aged garlic extract(AGE)를 생산해 내는데, 이러한 전 과정을 통하여 상당한 allicin의 손실을 가져오지만, 높은 항산화력을 가진 S-allylcyteine(SAC), S-allylmercaptocysteine, allixin, selenium과 같은 새로운 화합물의 활성을 증가시킨다(Borek, 2001). AGE는 활성산소종(ROS)을 제거하는데 항산화력을 발휘하며(Imai et al., 1994), 혈관 내피세포의 SOD, GPx, CAT와 같은 항산화 효소를 증가시켜 세포내 항산화체계를 강화시킨다(Wei et al., 1998). Yamasaki 등(1997)은 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>로 유도된 산화손상으로부터 혈관내피세포를 보호한다고 보고하고 있고, Munday 등(1999)은 AGE 처치를 받은 대상자들로부터 분리된 LDL이 처치를 받지 않은 대상자들의 LDL 보다 산화에 대한 저항력이

유의하게 높음을 보고하였다. 또한 마늘 오일은 서로 다른 화학제품으로 야기된 산화적 손상에 대해 효과적인 항산화임을 보여주고 있는데, 니코틴 처치(21일)된 쥐의 조직에서 감소된 항산화 효소와 증가된 지질과산화가 나타났으며, 마늘오일을 섭취한 쥐 들은 CAT, SOD, GPx와 같은 항산화 효소의 활성화와 지질과산화에 대한 저항이 증가되었음을 보고하고 있다(Helen et al., 1999). 그 외, 마늘 단백질 등 에서도 과산화를 방지하고, 항산화 효과가 있음을 보고하고 있다(Rajasree et al., 1998).

### 3. 운동의 효과

#### 1) 운동과 혈중 지질

비 활동과 고칼로리 및 고지방 섭취는 동맥경화를 유발함으로써 사망률을 증가시킬 뿐만 아니라 인체 전반에 부정적인 영향을 미치는 복합적인 대사질환을 일으키는 것으로 알려져 있으며, 복부 피하지방 보다는 복강 내 과잉축적된 내장 지방이 대사성 합병증을 일으키는 주요 위험인자인 것으로 밝혀졌으며(Smith et al., 2001), 운동은 체중과 신체조성을 개선하는 것으로 알려져 있으며, 장기간 규칙적인 유산소성운동을 실시할 경우 복부지방 감소에 효과적인 것으로 밝혀졌다(Wilmore et al., 1999). 또한 유산소성 지구력 운동은 젖산 축적률의 감소, 미토콘드리아량의 증대, 미토콘드리아 내 지질이용에 관여하는 효소활성도의 증대를 통해 지질동원과 이용능력을 향상시킨다(Lehtonen et al., 1980). 혈중 지질의 증가는 심혈관 질환의 주된 위험요인이며, 동맥경화증을 가속화 시키는 인자로 알려지고 있고, 일반적으로 관상동맥 질환은 고지혈증에 의하여 유발되고 있으며, 고지혈증은 동맥경화의 직접적인 원인이 된다. TC의 높은 수치는 관상심장질환의 위험인자로서 특히 관상심장질환과 관계가 깊기 때문에 동맥경화를 예방하기 위해서는 220~230mg/dl이하가 되도록 하여야 되고 가장 이상적인 것은 200mg/dl이하를 유지해야 한다(이귀녕 등, 1996). Triglyceride(TG)는 심혈관계의 병에 대한 가장 유

용한 치료로서 지질분해효소에 의해 글리세롤과 유리지방산 3분자로 분해되며, 분해된 유리지방산은 운동 시 중요한 에너지원으로 작용하지만 소비하지 못한 유리지방산은 피하에 축적되어 비만의 원인이 되기도 한다. Baker(1986)는 주 3일 20주간 최대운동강도의 65%~85%의 유산소 운동 프로그램에 참여한 중년 남성들의 Low Density Lipoprotein Cholesterol(LDL-C) 수치에서 유의한 감소를 보고하였고, Brownell(1982)은 최대 심박수의 70% 운동강도로 매주 3회, 15~20분 동안 10주 운동 후에 LDL-C의 유의한 감소를 보고하였다. 그리고 조현철(1996)은 지구성 운동을 실시한 결과 두 집단 모두 TG와 콜레스테롤 수준은 유의차가 나타나지 않았으나 트레이닝 후에 감소하는 경향을 보였고, High Density Lipoprotein Cholesterol(HDL-C)은 유의하게 증가하고, LDL-C는 유의하게 감소하였다고 보고하였으며, 트레이닝 프로그램과 함께 유산소적 능력에는 운동기간과 운동강도 측면을 충분히 고려해야 한다고 하였다. HDL-C은 체내의 콜레스테롤 축적을 막는 기능을 가지고 있기 때문에 동맥경화성 질환의 예방인자, 항 콜레스테롤 인자 또는 장수인자라고 부르고 있다. 이 같은 HDL-C의 상승기전은 아직 밝혀지지 않았지만, 여러 종류의 운동에서 이 같은 현상이 관찰된다. 대부분의 연구에서 규칙적인 유산소 운동으로 HDL-C 수준이 유의하게 높게 나타난다고 보고하고 있다(양정옥, 1999; 정성태 등, 1998).

## 2) 운동과 항산화

활성산소에 의한 세포손상은 세포막의 인지질 분자의 손상을 의미하며, 지질과산화 단계과정을 통해 지방산 조성을 변화시키기 때문에 유동성과 기능을 저하시킨다. 활성산소에 의해 생체막에 생성된 지질과산화는 세포막 성분들을 비특이적으로 공격하여 세포막의 생물학적 기능을 상실하게 하고, 활성산소의 작용에 의한 세포손상의 부산물인 MDA는 근 조직 세포막 손상시 그 유출이 증대된다(Zima et al., 1997). 많은 연구자들은 장기간의 지속적 유산소성 운동이 활성산소에 대한 신체방어 능력을 개선시켜 운동에 의해서 증가된 지질과산화를 감소시키며, 이러

한 결과는 산화제거 효소체계의 활성증대를 의미하며, 적응의 결과로 생각된다고 하였다(Reznick et al., 1992). McArdle 등(2002)은 규칙적인 운동이 항산화계를 향상시킨다고 하였으며, 더 나아가 운동은 산화적 손상에 의한 복구시스템을 자극하는 것으로 보고하고 있다(Radak et al., 1999). Powers 등(1992)은 10주간의 트레드밀 지구성 운동이 골격근 항산화 효소의 증대를 유도할 수 있다고 하였고, Kanter 등(1986)은 9주간 수영 훈련 후 쥐의 간과 심장, 그리고 혈중의 SOD, CAT, GPx 활성에 변화가 있으며, 21주 훈련 후에도 유의한 증가를 나타내었다고 보고하였다. Kim 등(1996)은 식이 제한과 운동이 항산화효소에 미치는 영향을 연구한 결과 식이 제한은 항산화효소에 영향을 주지 않았으나, 18.5개월 간의 지구성 운동이 항산화효소를 증가시켰다고 보고하고 있다. 또한 Parkhouse 등(1995)은 마우스에게 유산소운동을 실시한 결과 GPx, CAT 수준이 증가하였다고 보고하고 있고, Somani 등(1995)도 쥐를 대상으로 7.5주간 트레드밀 운동을 실시한 결과 대조군에 비해 SOD가 130% 증가됨을 보고하였다. 이와 같이 지구성 운동은 조직의 항산화 능력을 향상시키며(Ji, 1995), 이러한 항산화 능력의 적응은 심한 운동 시 산소 섭취량의 증대에 의해 발생하는 free radical에 대한 세포의 중요한 보호 작용을 의미한다(Leewenburgh et al., 1997). 반면, 항상 지구성 훈련이 항산화 방어 능력에 긍정적인 결과만을 보고한 것은 아니다. Laughlin 등(1990)은 지구성 운동이 항산화 방어능력의 증가를 가져오지 않는다고 하였으며, Tiidus 등(1996)은 8주간 유산소 운동이 항산화 적응 능력을 향상시키기에 충분하지 않다고 보고하고 있다. 한편, 일시적인 격심한 운동 중에는 과산화 수준이 증가되며, 이에 따라 인체방어 시스템은 증가된 지질과산화 반응을 더 이상 조절할 수 없다(Davies et al., 1982). Brady 등(1979)은 탈진운동이 지구성 훈련을 하지 않은 동물에서 지질과산화물의 증대를 보고하고 있으며, 단시간의 심한 운동에 의한 스트레스는 골격근의 항산화효소와 항산화 방어체계에 의해 보상을 받지 못한다고 보고하고 있다(Ji et al., 1992). Tiidus 등(1999)은 일반적으로 radical은 훈련에 적응되지 않은 상태에서 1회성 운동은 조직에 산화적 스트레스를 유발한다고 보고하고 있고,

Alessio 등(1988)은 45m/min로 1분간 고강도 운동 후 근조직 내 백근 섬유에서 약 157%, 적근 섬유에서 약 167% 정도의 MDA 수준이 상승한다고 하였으며, Ko 등(1998)은 7일간 수영운동을 시킨 결과 radical 생성체인 잔틴 산화효소가 유의하게 증가하였다고 보고하고 있어, 단기간 또는 일회적인 격렬한 운동은 과잉 radical을 생성하여 지질과산화물을 촉진시킨다고 보고하고 있다(김현태 등, 2002). 이렇듯, 휴식 시 인체는 ROS의 유해한 작용에 대항하기 위한 비효소적, 효소적 항산화 기능을 갖추고 있는데(Ji, 1994), 산화적 반응과 항산화 능력 사이에 생리학적인 균형은 심한 신체적 활동에 의해 혼란을 가져올 수 있다.

이와 같은 선행연구를 종합해 볼 때, 신체활동량이 적은 생활패턴에서 운동 또한 혈중 지질조성을 개선하는 효과가 있어 심혈관질환의 예방과 치료에 도움이 되는 반면, 과도한 운동은 산소소비량을 증가시켜 과잉의 자유라디칼과 지질과산화물이 생성되어 산화적 스트레스에 의한 조직의 손상을 증가시킨다. 이러한 경우 항산화제의 도입은 산소소모량의 증대로 발생하는 자유라디칼로부터 세포의 손상을 최소화할 수 있을 것이므로, 산화스트레스를 감소시키는 천연 항산화물질의 연구와 활용이 적극 요구되고 있으며(윤군애, 2006), 혈중지질저하와 항산화 효과를 지닌 마늘과 함께 규칙적인 유산소 운동은 운동영양학적으로 연구되어야 할 가치가 있다고 사료된다.

### Ⅲ. 연구 방법

#### 1. 연구대상

본 연구를 수행하기 위한 연구대상은 J시에 소재하고 있는 남자대학생들로 총 28명으로 구성하였고, 연구대상자의 신체적 특성은 <Table 2>와 같다.

연구대상자들은 실험의 의의 및 절차에 대해 충분히 이해하고 자발적 참여 의사를 밝힌 대상자로 하였으며, 실험에 참여할 것을 서면으로 동의하였다. 모든 대상자들은 비흡연자를 대상으로 하였다.

Table 2. The physical characteristics of subjects

Group	n	Age(yr)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Percent body fat(%)	VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)
C	7	22.1±2.1	175.1±4.8	73.0±5.0	23.9±2.8	16.7±5.0	59.8±8.6
E	7	21.0±2.4	173.7±5.1	73.9±13.8	24.3±3.3	18.0±4.7	57.1±8.0
G	7	23.2±2.4	174.5±6.0	74.6±5.4	24.5±1.6	18.3±3.2	58.0±6.3
GE	7	22.8±1.7	179.8±4.6	79.4±9.0	24.5±2.2	17.9±4.5	58.8±5.5

Values are mean±standard deviation

C, Control group; E, Exercise group; G, Garlic intake group; GE, Garlic intake+Exercise group

#### 2. 실험설계

본 연구에 참여한 총 28명 중 그룹 구분은 12주 동안 통제군 7명(C; Control group), 규칙적인 유산소운동만 실시한 운동군 7명(E; Exercise group), 마늘만 섭취한 마늘 섭취군 7명(G; Garlic intake group), 마늘 추출액 섭취와 규칙적인 유산소운동을 복합 실시한 마늘+운동군 7명(GE; Garlic intake+Exercise group)으로 무선배정하여 구성하였다.

모든 그룹은 마늘섭취와 유산소성 운동으로 인한 운동수행능력의 변화를 측정하기 위해 실험 전·후 12주째 트레드밀에서 Bruce protocol에 의한 최대 운동부

하를 실시하였으며, 실험 마지막 주 채혈 후 근 손상운동을 실시하여 회복기 신 체피로와 관련된 변인들에 대한 변화를 알아보았다. 채혈은 0주, 12주의 2회에 걸쳐 실시하였고, 회복기 1시간, 12시간, 24시간 간격에 따라 각각 채혈하였다.

12주간 규칙적인 유산소운동을 실시하는 그룹은 12주간 주5회 60분간의 트레드밀 운동을 최초 최대심박수의 50%에서 마지막 주 60%까지 점증적인 단계로 증가시켰고, 무선심박수 측정기(polar heart rate monitors. Polar, Finland)를 이용하여, 매 5분마다 모니터링을 하여 운동강도를 조정하였다. 12주간 유산소성 운동 프로그램은 <Table 3>과 같고, 전체적인 실험설계 및 분석내용은 <Fig. 3>과 같다.

Table 3. Aerobic exercise program

order	contents		
warm-up(10min)	stretching		
main exercise	training period	%HRmax	exercise time
	1~6 wks	50	40min
	7~12 wks	60	40min
cool-down(10min)	stretching		

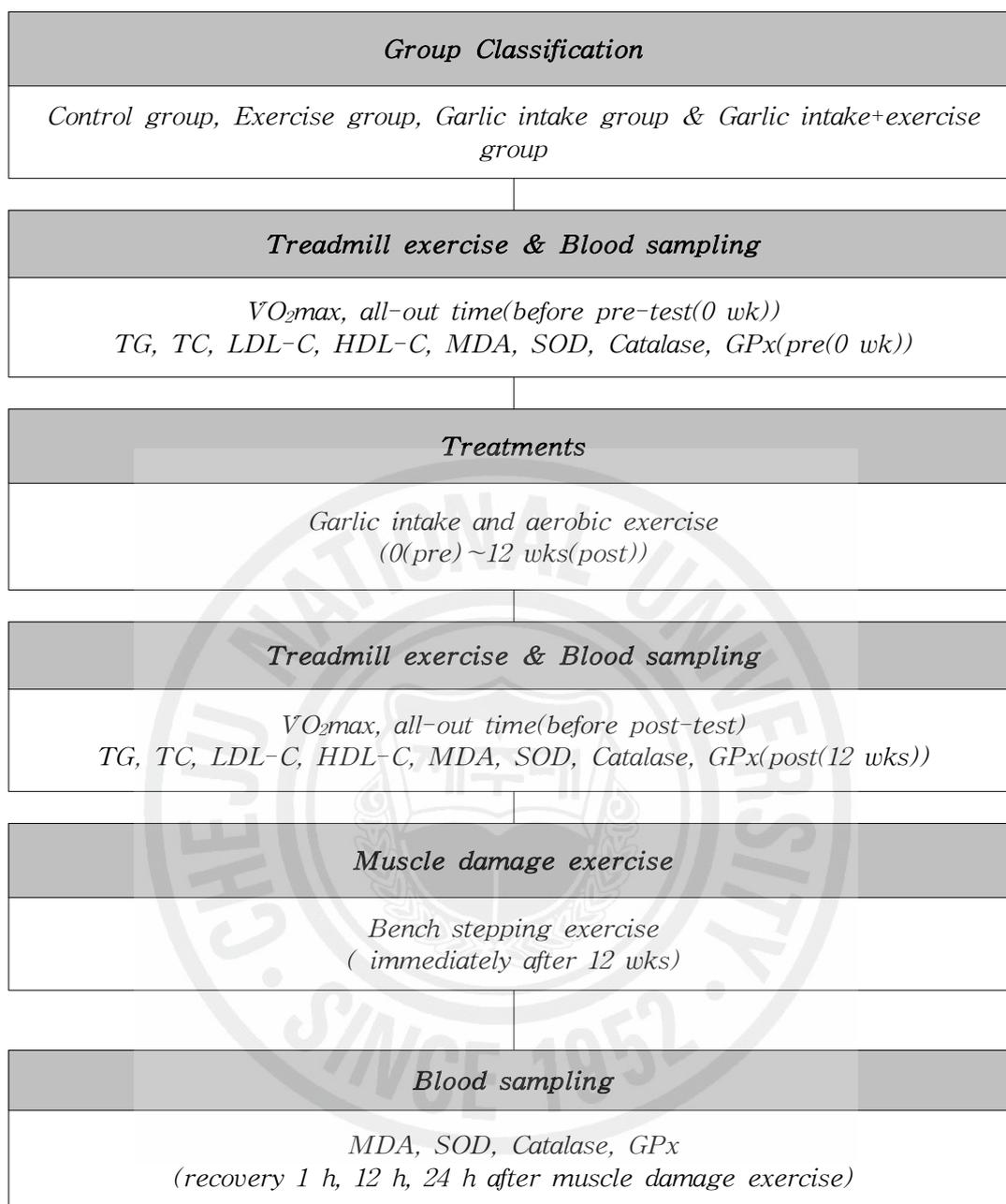


Fig. 3. The experimental design

### 3. 실험방법

#### 1) 운동부하방법

실험 대상자들은 실험실에 도착하여 30분 동안 안정을 취하게 하였고, 운동방

법 및 유의사항에 대하여 충분히 인지시킨 후 실험에 임하였다.

운동부하는 Bruce(1973)의 protocol을 사용하여 트레드밀(Taeha, Korea) 속도 1.7mph로 경사 10%에서 시작하여, 매 3분마다 경사를 2%씩 높였고, 속도는 2.5, 3.4, 4.2, 5.0, 5.5mph의 점진적 증가 방법을 적용하였으며, 최대산소섭취량 분석은 가스자동분석기(MetaLyzer3B, Cortex, Germany)를 사용하였다. 본 연구에 사용된 운동부하방법은 <Fig. 4>와 같다.

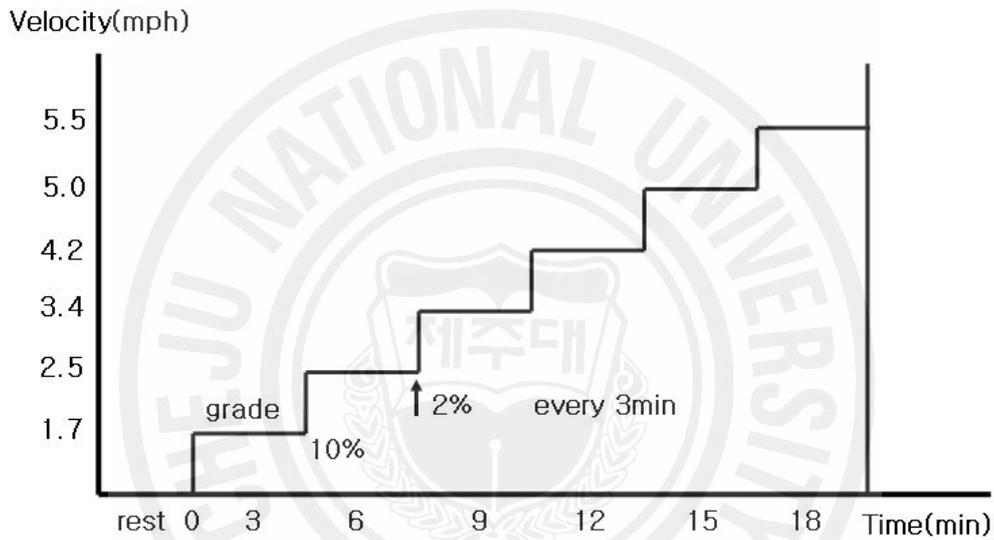


Fig. 4. Bruce protocol

all-out의 판정기준은 트레드밀 센서와 연결된 무선 심박수 측정기(polar heart rate monitors. Polar, Finland)를 가슴에 부착시켜 ① 최대심박수(220-나이)에 도달하고, ② RPE(주관적 운동 강도)가 17 또는 18이상일 때를 기준으로 2개 항목의 조건이 동시에 만족될 때 운동을 종료시켰다. 그 외 호흡곤란, 안면홍조, 얼굴 찡그림 정도 등을 조심스럽게 관찰하여 검사자가 운동 종료의 필요성을 인지할 때 중지시켰고, 연구대상자가 신체적 한계에 도달하지 않은 상태에서 포기할 의사를 보일 경우 언어적 강화를 부여하였다.

## 2) 근 손상 운동방법

실험 12주 후 채혈을 한 후 모든 그룹은 근 손상 운동을 실시하기 위해 Gleeson 등(1995)이 고안한 bench stepping 운동을 실시하였다. 이 운동은 이심성 수축(eccentric contraction)을 유도하는 것으로서, 이심성 수축은 근 손상을 유도할 수 있는 수축으로 보고되었다(Allen, 2001). 모든 그룹은 47cm 높이의 나무상자를 이용하여 분당 15스텝(15step/min)으로 30분간 반복적인 이심성 수축을 실시하였고, 두 발 모두 올라갔다 다시 내려온 시점을 1step으로 하였다.

## 3) 마늘 섭취

마늘은 맛과 향, 그리고 강력한 생리학적 활성을 함유하고 있는 독특한 유기황 화합물을 함유하고 있는데(Block, 1985), 생 마늘은 강한 향과 위에 불쾌한 부작용을 초래한다(Herber, 1997). 따라서 본 실험에 사용된 마늘은 초음파 추출 및 진공 농축으로 마늘의 자극성과 역한 냄새를 제거한 Chunho Food Co., Ltd.에서 생성되는 마늘 추출액 100%(고형분 12%)의 성분으로써, 마늘 섭취군에게 개당 80ml (마늘 9쪽 상당)인 제품을 12주 동안 1일 3회 식후 30분에 섭취하도록 하였다. 이는 마늘 1쪽이 약 3g(Ali et al., 1995)이므로, 개당 27g의 마늘을 소비하는 것으로서, 하루 총 81g의 마늘을 섭취하는 것이며, 한국인 1인당 하루 한 끼 평균 약 6g의 마늘을 섭취(배현주 등, 2002)하는 량과 비교하였을 때, 4배 이상을 더 섭취하는 것이다. 섭취기간 중 일정한 식사를 유지하고 약물, 주류, 카페인, 차 등과 같은 특정 식이를 삼가도록 하였으며, 정기적인 상담을 통하여 복용여부와 언급한 주의사항의 준수 여부를 확인하였다.

## 4. 측정항목

### 1) 혈중지질

채혈은 12시간 공복상태에서 실험실에 도착한 후 30분간 안정을 취하게 한 후

주정중피정맥(antecubital vein)에서 항응고 처리된 10ml의 주사기를 이용하여 숙련된 간호사가 채혈하였고, 대상자들은 채혈 당일 24시간 전부터 격렬한 신체활동 및 생활습관의 변화를 초래하지 않도록 하였다. 이러한 채혈은 0주, 12주의 기간에 걸쳐서 실시하였고, 일회성 근 손상운동 후 회복 1시간, 12시간, 24시간의 3회에 걸쳐서 동일하게 실시하였으며, 채혈한 혈액은 항응고 처리된 튜브에 넣어 3000rpm으로 15분간 원심분리하여 혈장과 혈청을 분리한 후 혈중지질은 Triglyceride(TG), Total Cholesterol(TC), High Density Lipoprotein Cholesterol(HDL-C), Low Density Lipoprotein Cholesterol(LDL-C)의 수준을 분석하였다.

Total Cholesterol은 Cholesterol oxidase를 이용하여 화학 반응에 의해 측정하는 것을 원리로 하여, Advia 1650(Bayer, USA) 생화학 자동 장비에 Cholesterol 전용 시약을 장착한 후 혈청 300 $\mu$ l를 분주하여 Cholesterol esterase, Cholesterol oxidase등의 효소와 반응시킨 후 500nm 파장에서 흡광도를 읽어 농도를 산출하였다. HDL-C의 주요 원리는 Total Cholesterol과 같고 반응 중 인텡스텐산과 마그네슘 양이온의 작용을 이용 LDL등을 침전시킨 후 HDL-C만 산출해 내고, Advia 1650(Bayer, USA) 생화학 자동 장비에 HDL-C 전용 시약을 장착한 후 혈청 300 $\mu$ l를 분주하여 500 nm 파장에서 흡광도를 읽어 농도를 산출하였다. LDL-C의 주요 원리는 Total Cholesterol과 같고 반응 중 POE-POP, alpha cyclodextrin sulfate를 이용하여 HDL-C등을 제거하는 것을 원리로, Advia 1650(Bayer, USA) 생화학 자동 장비에 LDL-C 전용 시약을 장착한 후 혈청 300 $\mu$ l를 분주하여 위와 같은 원리로 분석 후 500nm 파장에서 흡광도를 읽어 농도를 산출하였다. TG는 효소법에 의해 glycerol 농도를 측정한 후 이를 동량의 중성지질 값으로 변환하는 것을 원리로 하여, Advia 1650(Bayer, USA) 생화학 자동 장비에 TG 전용 시약을 장착한 후 혈청 300 $\mu$ l를 분주하여 위와 같은 원리로 분석 후 550nm 파장에서 흡광도를 읽어 농도를 산출하였다.

## 2) 항산화 기능

항산화 기능에 대한 혈액분석은 근 손상으로 야기된 지질과산화의 지표인 Malondialdehyde(MDA)와 지질과산화를 억제하는 항산화효소인 superoxide dismutase(SOD), catalase, GPx(glutathione peroxidase)를 분석하였다.

MDA는 Chromogenic reagent인 N-Methyl-2-phenylindole(R1)과 MDA의 반응에 그 원리를 두며, MDA 1분자는 두 분자의 10mM N-Methyl-2-phenylindole in acetonitrile(R1)과 반응하여 586nm에서 최대 흡광성을 갖는 안정된 chromophore을 생성한다. 200 $\mu$ l sample, TMOP(S) standard(2.5~20 $\mu$ l를 분주하기 위해), DW(blank)를 glass tube에 분주한 후 10 $\mu$ l 0.5M butylated hydroxytoluene(in acetonitrile)를 넣어 1분간 진동시켰다. 650 $\mu$ l R1을 가하고 혼합한 후 150 $\mu$ l 12N HCl(37%)을 가하고 45 $^{\circ}$ C 에서 60분간 반응 시킨 후 586nm에서 흡광도 측정하여 농도를 산출하였다. GPx(Glutathione Peroxidase)는 Caymen Chemical Glutathione peroxidase Assay Kit를 이용하여 GPx의 활성도를 Glutathione reductase(GR, Glutathione 환원효소)의 결합반응에 의해 간접적으로 측정하는 것으로, 효소와 혈청 20 $\mu$ l를 분주하여 반응 시킨 후 340nm 에서 흡광도를 읽어 활성도를 측정하였다. SOD(Superoxide Dismutase Assay)는 Cayman chemical Superoxide Dismutase Assay Kit의 tetrazolium salt를 이용하여 xanthine oxidase 와 hypoxanthine에 의해 생성된 Superoxide radical을 측정하는 것으로, 효소와 혈청 10 $\mu$ l를 반응시킨 후 450nm 에서 흡광도를 측정하여 활성도를 측정하였다. 과산화수소를 물과 산소로 분해시키는 Catalase를 측정하기 위해 혈청 200 $\mu$ l에(NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub> 를 이용하여 발색시킨 후 405nm 에서 흡광도를 측정한 후 농도를 산출하였다.

이러한 혈액분석은 경기도 녹십자의료재단에 의뢰하여 실시하였다.

## 5. 자료처리

본 연구를 위해 측정된 자료는 SPSS ver. 12.0을 이용하여 집단의 평균(Mean) 및 표준편차(standard deviation: SD)를 산출하였다. 실험 전·12주간 마늘 섭취와 유산소성 운동 후 혈중지질, 운동수행, 항산화 기능에 대한 항목은 집단(4)×처치기

간(2)의 혼합요인 설계방안에 의해 이원변량분석(two-way ANOVA with repeated measure)을 실시하였고, 12주 후 일회성 근 손상 운동 시 회복기 항산화 기능에 대한 항목은 집단(4)×회복기간(근 손상운동 후 회복 1시간, 12시간, 24시간)의 상호작용효과를 알아보기 위해 반복측정에 의한 이원변량분석(two-way ANOVA with repeated measure)을 실시하였다. 사후검증으로 Sheffe법을 실시하였으며, 가설의 검정을 위한 유의수준은  $p < .05$ 수준으로 설정하였다. 실험 전·12주 후 측정항목에 대한 주 효과 검증은 그룹 내 차이를 비교하기 paired t-test를 실시하였으며, 집단 간 변화율에 대한 차이검증은 one-way ANOVA를 실시하였다.



## IV. 연구결과

### 1. 혈중 지질(blood lipids)

#### 1) 12주 후 TG(Triglyceride)의 변화

12주간의 마늘 섭취와 유산소성 운동 후 TG 변화의 기술통계량 및 변량분석 결과는 <Table 4>, <Table 5>와 같다.

Table 4. The results of repeated measure ANOVA for blood TG levels after 12 weeks

Source	SS	df	MS	F	Pr>F
Group	861.911	3	287.304	.242	.867
Period	2592.161	1	2592.161	2.182	.146
Group*Period	854.625	3	284.875	.240	.868
Error	57031.143	48	1188.149		
Total	61339.839	55			

변량분석 결과, 그룹 간( $F=.242$ ,  $p>.867$ ), 처치기간 간( $F=2.182$ ,  $p>.146$ ) 유의한 차이가 나타나지 않았고, 그룹과 처치기간에 따른 상호작용의 효과를 검증한 결과 통계적으로 유의한 차이( $F=.240$ ,  $p>.868$ )가 나타나지 않았다.

Table 5. Comparison of blood TG levels after 12 weeks

Group	TG(mg/dl)				
	pre	post	%diff	t	p
C	95.8±21.5	94.0±22.7	-1.84±8.06	.692	.515
E	95.0±52.5	79.4±37.6	-13.1±15.2	2.281	.063
G	97.2±30.9	84.0±39.1	-14.0±23.5	1.270	.251
GE	96.2±37.1	72.5±21.5	-21.2±20.7	2.387	.054
F	.005	.575	1.402		
Pr>F	1.000	.637	.267		
Post-hoc	NS	NS	NS		

Values are mean±standard deviation; C, Control group; E, Exercise group; G, Garlic intake group; GE, Garlic intake+Exercise group; pre, baseline; post, after garlic intake and aerobic exercise; NS, No significant difference

주 효과 검증결과, 그룹 내, 그룹 간 유의한 차가 나타나지 않았다.

## 2) 12주 후 TC(Total cholesterol)의 변화

12주간의 마늘 섭취와 유산소성 운동 후 TC 변화의 기술통계량 및 변량분석 결과는 <Table 6>, <Table 7>과 같다.

Table 6. The results of repeated measure ANOVA for blood TC levels after 12 weeks

Source	SS	df	MS	F	Pr>F
Group	2210.375	3	736.786	.735	.536
Period	1400.000	1	1400.000	1.397	.243
Group*Period	1501.000	3	500.333	.499	.685
Error	48114.857	48	1002.393		
Total	53226.214	55			

변량분석 결과, 그룹 간(F=.735, p>.536), 처치기간 간(F=1.397, p>.234) 유의한 차가 나타나지 않았고, 그룹과 처치기간에 따른 상호작용의 효과를 검증한 결과 통계적으로 유의한 차이(F=.499, p>.685)가 나타나지 않았다.

Table 7. Comparison of blood TC levels after 12 weeks

Group	TC(mg/dl)				
	pre	post	%diff	t	p
C	175.2±23.9	176.4±21.8	0.84±3.77	-1.050	.334
E	168.4±45.5	163.4±32.6	-0.79±15.1	.527	.617
G	170.0±40.9	160.5±37.1	-4.99±6.23	2.214	.069
GE	171.5±21.8	144.8±16.9	-15.0±9.11	4.168	.006**
F	.050	1.464	3.918		
Pr>F	.985	.249	.021*		
Post-hoc	NS	NS	GE<C		

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

변량분석 결과, 모든 독립변인과 상호작용에서 차이가 나타나지 않았으나, 주효과 검증결과, TC는 GE 그룹에서 12주 후 유의하게 감소( $p < .01$ )하였으며, 집단간 변화율에서는 그룹에 따라 TC수준에 차이를 보였다( $F=3.918$ ,  $p < .05$ ). 그에 대한 사후검증 결과, GE 그룹( $p < .05$ )과 C 그룹을 비교할 때 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

### 3) 12주 후 HDL-C(High density lipoprotein cholesterol)의 변화

12주간의 마늘 섭취와 유산소성 운동 후 HDL-C 변화의 기술통계량 및 변량분석결과는 <Table 8>, <Table 9>와 같다.

Table 8. The results of repeated measure ANOVA for blood HDL-C levels after 12 weeks

Source	SS	df	MS	F	Pr>F
Group	36.482	3	12.161	.161	.922
Period	154.446	1	154.446	2.051	.159
Group*Period	145.054	3	48.351	.642	.592
Error	3615.143	48	75.315		
Total	3951.125	55			

변량분석 결과, 그룹 간( $F=.161$ ,  $p > .922$ ), 처치기간 간( $F=2.051$ ,  $p > .159$ ) 유의한

차가 나타나지 않았고, 그룹과 처치기간에 따른 상호작용의 효과를 검증한 결과 통계적으로 유의한 차이(F=.642, p>.592)가 나타나지 않았다.

Table 9. Comparison of blood HDL-C levels after 12 weeks

Group	HDL-C(mg/dl)				
	pre	post	%diff	t	p
C	51.1±6.84	51.4±6.07	0.89±5.84	-.295	.778
E	48.8±5.04	51.4±5.96	5.67±11.0	-1.156	.292
G	50.8±12.0	52.5±8.16	5.39±11.9	-.718	.500
GE	48.0±12.7	56.7±9.19	20.7±15.0	-4.082	.006**
F	.173	.789	3.853		
Pr>F	.914	.512	.022*		
Post-hoc	NS	NS	GE>C		

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

변량분석 결과, 모든 독립변인과 상호작용에서 차이가 나타나지 않았으나, 주 효과 검증결과, HDL-C은 GE 그룹에서 12주 후 유의하게 감소(p<.01)하였으며, 집단 간 변화율에서는 그룹에 따라 HDL-C 수준에 차이를 보였다(F=3.853, p<.05). 그에 대한 사후검증 결과, GE 그룹(p<.05)과 C 그룹을 비교할 때 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

#### 4) 12주 후 LDL-C(Low density lipoprotein cholesterol)의 변화

12주간의 마늘 섭취와 유산소성 운동 후 LDL-C 변화의 기술통계량 및 변량분석결과는 <Table 10>, <Table 11>과 같다.

Table 10. The results of repeated measure ANOVA for blood LDL-C levels after 12 weeks

Source	SS	df	MS	F	Pr>F
Group	374.339	3	124.780	.141	.935
Period	936.446	1	936.446	1.062	.308
Group*Period	686.625	3	228.875	.260	.854
Error	42329.429	48	881.863		
Total	44326.839	55			

변량분석 결과, 그룹 간(F=.141, p>.935), 처치기간 간(F=1.062, p>.308) 유의한 차이가 나타나지 않았고, 그룹과 처치기간에 따른 상호작용의 효과를 검증한 결과 통계적으로 유의한 차이(F=.260, p>.854)가 나타나지 않았다.

Table 11. Comparison of blood LDL-C levels after 12 weeks

Group	LDL-C(mg/dl)				
	pre	post	%diff	t	p
C	102.5±25.5	101.8±27.4	-1.10±3.81	.600	.570
E	103.4±37.3	96.0±28.8	-5.42±8.09	1.838	.116
G	100.7±32.8	95.7±27.9	-3.27±8.55	1.965	.097
GE	104.8±30.9	85.2±24.5	-17.3±14.4	3.794	.009**
F	.021	.448	4.056*		
Pr>F	.996	.721	.018		
Post-hoc	NS	NS	GE<C		

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

변량분석 결과, 모든 독립변인과 상호작용에서 차이가 나타나지 않았으나, 주 효과 검증결과, LDL-C은 GE 그룹에서 12주 후 유의하게 감소(p<.01)하였으며, 집단 간 변화율에서는 그룹에 따라 LDL-C 수준에 차이를 보였다(F=4.056, p<.05). 그에 대한 사후검증 결과, GE 그룹(p<.05)과 C 그룹을 비교할 때 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

## 2. 항산화 기능(Antioxidant function)

1) 12주 후 MDA(Malondialdehyde)의 변화

12주간의 마늘 섭취와 유산소성 운동 후 MDA 변화의 기술통계량 및 변량분석 결과는 <Table 12>, <Table 13>과 같다.

Table 12. The results of repeated measure ANOVA for MDA after 12 weeks

Source	SS	df	MS	F	Pr>F
Group	.235	3	.078	.178	.911
Period	.069	1	.069	.156	.695
Group*Period	.161	3	.054	.121	.947
Error	21.153	48	.441		
Total	21.617	55			

변량분석 결과, 그룹 간(F=.178, p>.911), 처치기간 간(F=.156, p>.695) 유의한 차이가 나타나지 않았고, 그룹과 처치기간에 따른 상호작용의 효과를 검증한 결과 통계적으로 유의한 차이(F=.121, p>.947)가 나타나지 않았다.

Table 13. Comparison of MDA after 12 weeks

Group	MDA( $\mu\text{mol/L}$ )				
	pre	post	%diff	t	p
C	2.28±0.50	2.29±0.44	1.04±3.82	-.334	.750
E	2.11±0.97	2.10±0.49	9.51±38.0	.054	.959
G	2.34±0.97	2.08±0.52	3.19±48.4	.555	.599
GE	2.22±0.46	2.20±0.65	-0.46±19.8	.100	.924
F	.109	.234	.129		
Pr>F	.954	.872	.942		
Post-hoc	NS	NS	NS		

주 효과 검증결과, 그룹 내, 그룹 간 유의한 차이가 나타나지 않았다.

2) 근 손상 운동 후 회복기 MDA(Malondialdehyde)의 변화

12주 후 근 손상 운동 후 회복기에 대한 MDA 변화의 기술통계량 및 변량분석 결과는 <Table 14>, <Table 15>와 같다.

Table 14. The results of repeated measure ANOVA for MDA after muscle damage exercise

Source	SS	df	MS	F	Pr>F
Group	1.214	3	.405	1.311	.278
Period	2.073	2	1.037	3.358	.051
Group*Period	.373	6	.062	.201	.975
Error	22.228	72	.309		
Total	25.888	83			

변량분석 결과, 그룹 간(F=.1311, p>.278), 회복기간 간(F=3.358, p>.051) 유의한 차가 나타나지 않았고, 그룹과 회복기간에 따른 상호작용의 효과를 검증한 결과 통계적으로 유의한 차이(F=.201, p>.975)가 나타나지 않았다. 따라서 모든 요인에서 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 15. Comparison of MDA after muscle damage exercise

Group	MDA( $\mu\text{mol/L}$ )			F	Pr>F	Post-hoc
	1h	12h	24h			
C	2.66±0.55	2.24±0.24	2.52±0.23	2.222	.137	NS
E	2.22±0.52	1.98±0.44	2.31±0.77	.579	.570	NS
G	2.52±0.64	1.97±0.52	2.20±0.70	1.367	.280	NS
GE	2.49±0.59	2.21±0.57	2.43±0.57	.467	.634	NS
F	.712	.698	.369			
Pr>F	.554	.562	.776			
Post-hoc	NS	NS	NS			

1 h, 1 h after muscle damage exercise; 12 h, 12 h after muscle damage exercise; 24 h, 24 h after muscle damage exercise

주 효과 검증결과, 그룹 내, 그룹 간 유의한 차가 나타나지 않았다.

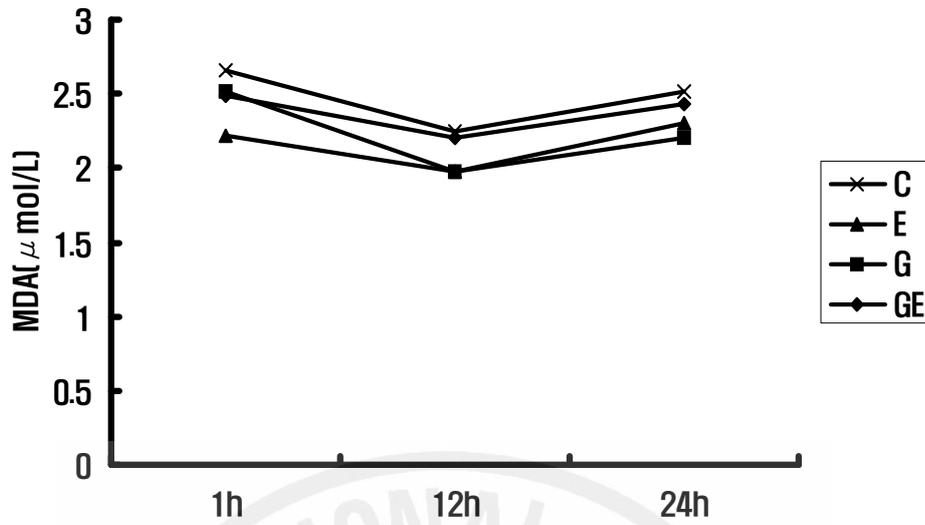


Fig. 5. Comparison of MDA after muscle damage exercise

### 3) 12주 후 SOD(Superoxide dismutase)의 변화

12주간의 마늘 섭취와 유산소성 운동 후 SOD 변화의 기술통계량 및 변량분석 결과는 <Table 16>, <Table 17>과 같다.

Table 16. The results of repeated measure ANOVA for SOD after 12 weeks

Source	SS	df	MS	F	Pr>F
Group	.030	3	.010	1.114	.353
Period	.037	1	.037	4.052	.051
Group*Period	.050	3	.017	1.832	.154
Error	.433	48	.009		
Total	.549	55			

변량분석 결과, 그룹 간(F=1.114 p>.353), 처치기간 간(F=4.052, p>.051) 유의한 차이가 나타나지 않았고, 그룹과 처치기간에 따른 상호작용의 효과를 검증한 결과 통계적으로 유의한 차이(F=1.832, p>.154)가 나타나지 않았다.

Table 17. Comparison of SOD after 12 weeks

Group	SOD(U/mL)				
	pre	post	%diff	t	p
C	0.34±0.08	0.33±0.08	-3.02±4.02	2.135	.077
E	0.35±0.03	0.37±0.05	6.08±5.89	-2.465	.049*
G	0.34±0.15	0.38±0.14	24.8±51.1	-1.339	.211
GE	0.33±0.07	0.47±0.04	48.7±21.9	-6.789	.001**
F	.084	3.008	4.664		
Pr>F	.968	.050	.010*		
Post-hoc	NS	NS	GE>C		

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

변량분석 결과, 모든 독립변인과 상호작용에서 차이가 나타나지 않았으나, 주효과 검증결과, SOD는 GE 그룹에서 12주 후 유의하게 증가( $p < .01$ )하였으며, E 그룹에서도 12주 후 유의한 증가( $p < .05$ )가 나타났다. 그룹 간 변화율에서는 그룹에 따라 SOD 수준에 차이를 보였다( $F=4.664$ ,  $p < .05$ ). 그에 대한 사후검증 결과 GE 그룹이 C 그룹과 비교하여 유의한 차( $p < .05$ )가 있는 것으로 나타났다.

#### 4) 근 손상 운동 후 회복기 SOD(Superoxide dismutase)의 변화

12주 후 근 손상 운동 후 회복기에 대한 SOD 변화의 기술통계량 및 변량분석 결과는 <Table 18>, <Table 19>와 같다.

Table 18. The results of repeated measure ANOVA for SOD after muscle damage exercise

Source	SS	df	MS	F	P
Group	.239	3	.080	7.109	.001**
Period	.009	2	.005	.405	.669
Group*Period	.007	6	.001	.109	.995
Error	.806	72	.011		
Total	1.061	83			

\*\* $p < .01$

변량분석 결과, 그룹 간에 유의한 차이( $F=7.109$ ,  $p < .01$ )가 나타났으며, 회복기

간 간에는 유의한 차이(F=.405,  $p>.669$ )가 나타나지 않았다. 한편 그룹과 회복기간에 따른 상호작용의 효과를 검증한 결과 통계적으로 유의한 차이(F=.109,  $p>.995$ )가 나타나지 않았다.

Table 19. Comparison of SOD after muscle damage exercise

Group	SOD(U/mL)			F	Pr>F	Post-hoc
	1h	12h	24h			
C	0.26±0.07	0.23±0.08	0.26±0.06	.244	.786	NS
E	0.32±0.09	0.31±0.13	0.32±0.11	.038	.963	NS
G	0.33±0.10	0.32±0.12	0.32±0.17	.033	.968	NS
GE	0.43±0.04	0.39±0.05	0.38±0.11	.940	.409	NS
F	5.083	2.588	2.939			
Pr>F	.007**	.046*	.802			
Post-hoc	GE>C	GE>C	NS			

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

그룹 간 유의차에 따른 사후검증 결과 회복기 1시간( $p<.01$ )과 12시간( $p<.05$ )에서 GE 그룹이 C 그룹과 비교하여 유의한 차가 나타났다.

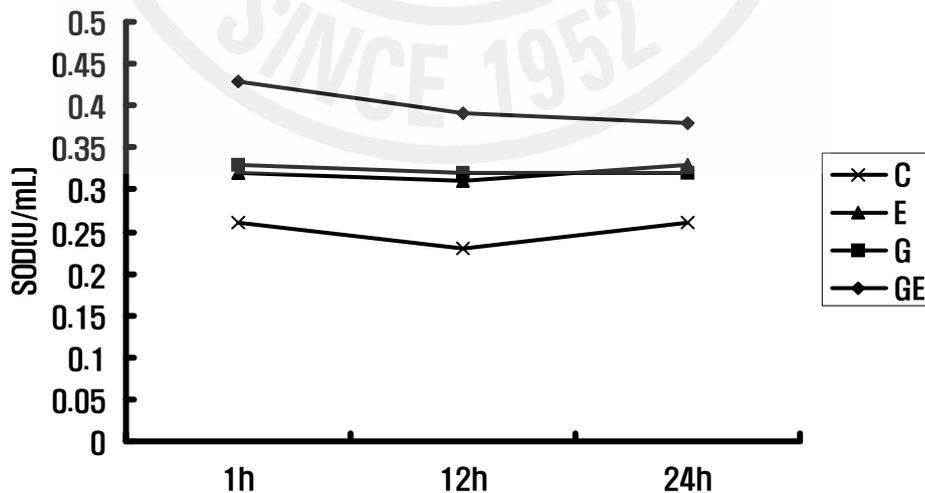


Fig. 6. Comparison of SOD after muscle damage exercise

5) 12주 후 CAT(Catalase)의 변화

12주간의 마늘 섭취와 유산소성 운동 후 CAT 변화의 기술통계량 및 변량분석 결과는 <Table 20>, <Table 21>과 같다.

Table 20. The results of repeated measure ANOVA for CAT after 12 weeks

Source	SS	df	MS	F	Pr>F
Group	442.084	3	147.361	1.002	.400
Period	188.455	1	188.455	1.282	.263
Group*Period	71.875	3	23.958	.163	.921
Error	7058.578	48	147.054		
Total	7760.991	55			

변량분석 결과, 그룹 간(F=1.002, p>.400), 처치기간 간(F=1.282, p>.263) 유의한 차이가 나타나지 않았고, 그룹과 처치기간에 따른 상호작용의 효과를 검증한 결과 통계적으로 유의한 차이(F=.163, p>.921)가 나타나지 않았다.

Table 21. Comparison of CAT after 12 weeks

Group	Catalase(kU/L)				
	pre	post	%diff	t	p
C	39.4±9.90	39.8±10.4	1.13±10.5	-.204	.845
E	43.3±11.6	47.5±11.0	11.7±13.7	-1.933	.101
G	39.0±12.8	42.5±13.2	9.61±7.55	-2.935	.026*
GE	42.7±15.0	49.4±11.9	21.6±23.7	-3.015	.024*
F	.216	1.000	2.165		
Pr>F	.884	.410	.118		
Post-hoc	NS	NS	NS		

\*, p<.05

변량분석 결과, 모든 독립변인과 상호작용에서 차이가 나타나지 않았으나, 주 효과 검증결과, CAT는 GE 그룹과 G 그룹에서 12주 후 유의하게 증가(p<.05)하였으며, 그룹 간 변화율에서는 그룹에 따라 CAT 수준에 차이(F=2.165, p>.118)가

나타나지 않았다.

6) 근 손상 운동 후 회복기 CAT의 변화

12주 후 근 손상 운동 후 회복기에 대한 CAT 변화의 기술통계량 및 변량분석 결과는 <Table 22>, <Table 23>과 같다.

Table 22. The results of repeated measure ANOVA for CAT after muscle damage exercise

Source	SS	df	MS	F	P
Group	938.443	3	312.814	3.201	.028*
Period	33.037	2	16.519	.169	.845
Group*Period	90.280	6	15.047	154	.988
Error	7036.869	72	97.734		
Total	8098.629	83			

\*:  $p < .05$

변량분석 결과, 그룹 간에 유의한 차이( $F = 3.201, p < .05$ )가 나타났으며, 회복기 간 간에는 유의한 차이( $F = .169, p > .845$ )가 나타나지 않았다. 한편 그룹과 회복기간에 따른 상호작용의 효과를 검증한 결과 통계적으로 유의한 차이( $F = 154, p > .988$ )가 나타나지 않았다.

Table 23. Comparison of CAT after muscle damage exercise

Group	Catalase(kU/L)			F	Pr>F	Post-hoc
	1h	12h	24h			
C	35.3±9.62	34.3±9.50	35.5±9.21	.302	.968	NS
E	45.2±11.2	41.2±10.8	41.0±8.63	.364	.700	NS
G	38.5±13.0	37.6±9.44	38.4±8.92	.018	.983	NS
GE	42.3±9.88	42.4±8.41	45.2±8.72	.220	.805	NS
F	1.077	1.027	1.408			
Pr>F	.378	.398	.042*			
Post-hoc	NS	NS	GE>C			

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

그룹 간 유의차에 따른 사후검증 결과 회복기 24시간에서 GE 그룹이 C 그룹과 비교하여 유의한 차( $p < .05$ )가 나타났다.

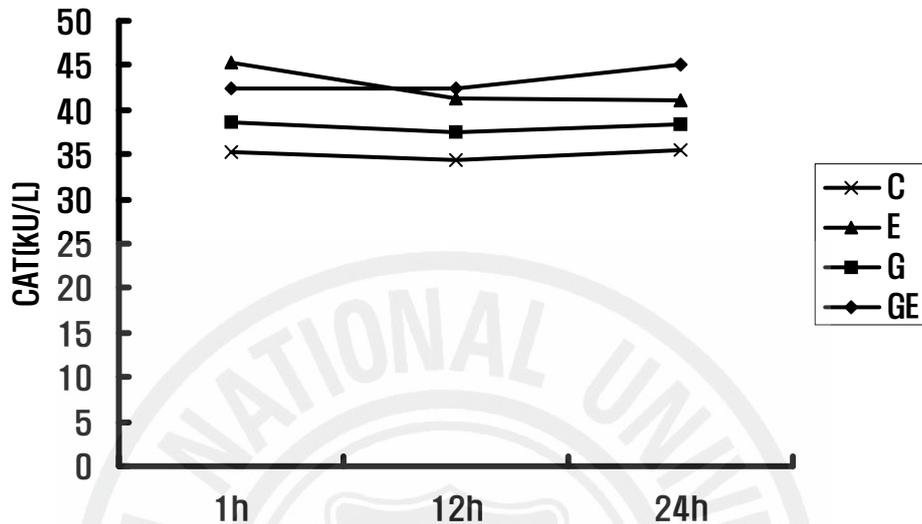


Fig. 7. Comparison of CAT after muscle damage exercise

#### 7) 12주 후 GPx(Glutathione peroxidase)의 변화

12주간의 마늘 섭취와 유산소성 운동 후 GPx 변화의 기술통계량 및 변량분석 결과는 <Table 24>, <Table 25>와 같다.

Table 24. The results of repeated measure ANOVA for GPx after 12 weeks

Source	SS	df	MS	F	Pr>F
Group	1301.644	3	433.881	.706	.553
Period	613.806	1	613.806	.999	.323
Group*Period	415.086	3	138.362	.225	.878
Error	29489.243	48	614.359		
Total	31819.779	55			

변량분석 결과, 그룹 간( $F = .706$ ,  $p > .553$ ), 처치기간 간( $F = .999$ ,  $p > .323$ ) 유의한 차이가 나타나지 않았고, 그룹과 처치기간에 따른 상호작용의 효과를 검증한 결과

통계적으로 유의한 차이(F=.225, p>.878)가 나타나지 않았다.

Table 25. Comparison of GPx after 12 weeks

Group	GPx(nmol/min/ml)				
	pre	post	%diff	t	p
C	153.9±18.8	152.4±18.6	-0.79±5.12	5.21	.621
E	151.8±29.2	161.1±27.2	6.61±4.85	-3.762	.288
G	163.5±26.1	168.8±21.6	4.01±6.97	-1.418	.189
GE	150.5±27.2	163.8±26.9	11.3±25.0	-1.166	.009**
F	.370	.576	.999		
Pr>F	.775	.636	.410		
Post-hoc	NS	NS	NS		

\*\*, p<.01

변량분석 결과, 모든 독립변인과 상호작용에서 차이가 나타나지 않았으나, 주효과 검증결과, GPx는 GE 그룹에서 12주 후 유의하게 증가(p<.01)하였으며, 그룹간 변화율에서는 그룹에 따라 GPx 수준에 차이(F=.999, p>.410)가 나타나지 않았다.

#### 8) 근 손상 운동 후 회복기 GPx(Glutathione peroxidase)의 변화

12주 후 근 손상 운동 후 회복기에 대한 GPx변화의 기술통계량 및 변량분석 결과는 <Table 26>, <Table 27>과 같다.

Table 26. The results of repeated measure ANOVA for GPx after muscle damage exercise

Source	SS	df	MS	F	P
Group	6734.522	3	2244.841	3.421	.022*
Period	151.308	2	75.654	.115	.891
Group*Period	366.122	6	61.020	.093	.997
Error	47239.306	72	656.101		
Total	54491.257	83			

\*: p<.05

변량분석 결과, 그룹 간에 유의한 차이(F=3.421, p<.05)가 나타났으며, 회복기

간 간에는 유의한 차이(F=.115,  $p>.891$ )가 나타나지 않았다. 한편 그룹과 회복기간에 따른 상호작용의 효과를 검증한 결과 통계적으로 유의한 차이(F=.093,  $p>.997$ )가 나타나지 않았다.

Table 27. Comparison of GPx after muscle damage exercise

Group	GPx(nmol/min/ml)			F	Pr>F	Post-hoc
	1h	12h	24h			
C	144.8±20.9	138.3±22.7	137.3±25.7	.217	.807	NS
E	157.7±33.3	159.0±26.9	157.7±22.3	.005	.995	NS
G	163.1±26.7	164.0±21.5	166.4±13.5	.043	.958	NS
GE	160.3±32.6	153.8±28.9	152.6±25.5	.139	.871	NS
F	.548	1.366	2.088			
Pr>F	.654	.277	.042*			
Post-hoc	NS	NS	G>C			

\*,  $p<.05$

그룹 간 유의차에 따른 사후검증 결과 회복기 24시간에서 G 그룹이 C 그룹과 비교하여 유의한 차( $p<.05$ )가 나타났다.

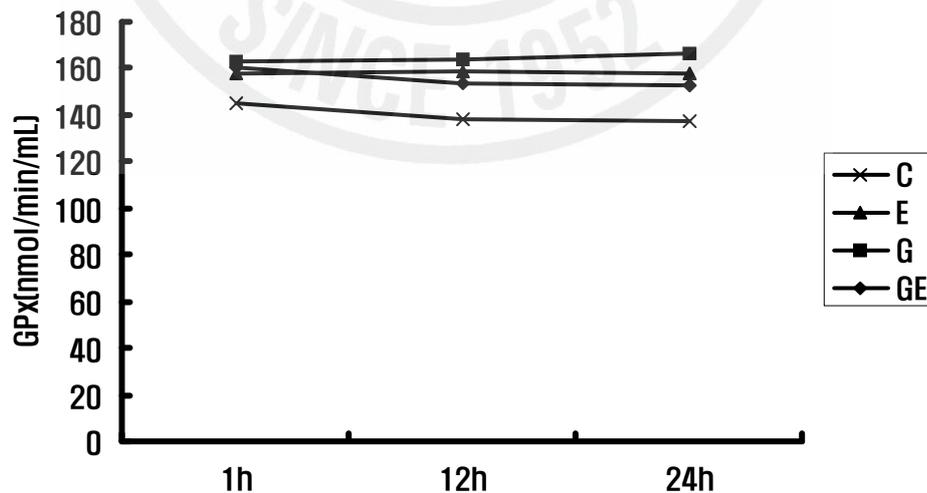


Fig. 8. Comparison of GPx after muscle damage exercise

### 3. 운동수행(Exercise performance)

#### 1) VO<sub>2</sub>max의 변화

12주간의 마늘 섭취와 유산소성 운동 후 VO<sub>2</sub>max 변화의 기술통계량 및 변량 분석결과는 <Table 28>, <Table 29>와 같다.

Table 28. The results of repeated measure ANOVA for VO<sub>2</sub>max after 12 weeks

Source	SS	df	MS	F	Pr>F
Group	16.714	3	5.571	.106	.956
Period	565.786	1	565.786	10.733	.002**
Group*Period	74.071	3	24.690	.468	.706
Error	2530.286	48	52.714		
Total	3186.857	55			

\*\**p*<.01

변량분석 결과, 그룹 간(*F*=.106, *p*>.956)에는 유의한 차이가 나타나지 않았고, 처치기간 간(*F*=10.733, *p*<.002)에 유의한 차가 나타났다. 한편, 그룹과 처치기간에 따른 상호작용의 효과를 검증한 결과 통계적으로 유의한 차이(*F*=.468, *p*>.706)가 나타나지 않았다.

Table 29. Comparison of VO<sub>2</sub>max after 12 weeks

Group	VO <sub>2</sub> max(ml/kg/min)				
	pre	post	%diff	t	p
C	59.8±8.68	62.2±7.36	4.45±4.05	-3.378	.015*
E	57.1±8.02	65.4±6.70	15.3±9.03	-5.951	.001**
G	58.0±6.35	65.4±9.39	12.6±8.06	-3.909	.008**
GE	58.8±5.58	66.1±4.77	12.8±9.68	-3.565	.012*
F	.179	.396	2.425		
Pr>F	.910	.757	.088		
Post-hoc	NS	NS	NS		

\**p*<.05; \*\**p*<.01

처치기간 간 유의차에 따른 사후검증 결과, VO<sub>2</sub>max는 모든 그룹에서 실험 후 유의하

게 증가하였다.

2) 운동지속시간(all-out time)의 변화

12주간의 마늘 섭취와 유산소성 운동 후 운동지속시간 변화의 기술통계량 및 변량분석결과는 <Table 30>, <Table 31>과 같다.

Table 30. The results of repeated measure ANOVA for all-out time after 12 weeks

Source	SS	df	MS	F	Pr>F
Group	1503.339	3	501.113	.097	.962
Period	9490.018	1	9490.018	1.831	.182
Group*Period	1960.911	3	653.637	.126	.944
Error	248810.9	48	5183.560		
Total	261765.1	55			

변량분석 결과, 그룹 간(F=.097, p>.962), 처치기간 간(F=1.831, p<.182) 유의한 차가 나타나지 않았고, 그룹과 처치기간에 따른 상호작용의 효과를 검증한 결과 통계적으로 유의한 차이(F=.126, p>.944)가 나타나지 않았다.

Table 31. Comparison of all-out time after 12 weeks

Group	all-out time(sec)				
	pre	post	%diff	t	p
C	991.4±77.3	999.7±75.4	0.87±2.28	-.944	.382
E	989.2±58.8	1011.5±83.6	2.30±7.10	-.869	.418
G	987.2±78.5	998.4±67.0	1.21±1.50	-2.173	.073
GE	973.4±51.3	1010.2±51.7	3.94±6.30	-1.589	.163
F	.101	.958	0.549		
Pr>F	.119	.948	.654		
Post-hoc	NS	NS	NS		

주 효과 검증결과, 그룹 내, 그룹 간 유의한 차가 나타나지 않았다.

## V. 논 의

### 1. 혈중지질에 미치는 영향

혈액 내 콜레스테롤 농도가 높은 것 뿐만 아닌 중성지방 농도가 높은 것도 동맥경화증 유발인자로 볼 수 있는데, 서양인들은 포화도가 높은 동물성 지방의 섭취가 매우 높아 동물성 지방과 함께 존재하는 콜레스테롤의 섭취가 많아져 혈중의 콜레스테롤의 농도가 높은 사람이 매우 많다. 한국인의 경우 섭취의 폭이 넓은 편이나, 미국 등의 서구국가에 비해 총지방질의 섭취나 동물성 지방의 섭취 비율이 높지 않은 편이다. 반면 대체적으로 당질의 섭취가 높아서 과잉의 당질 섭취로부터 유도 합성되는 중성지방의 농도가 높은 사람이 많아 혈청 중성지방의 조절에 대한 중요성이 강조되고 있다(김정숙, 1997).

마늘이 심혈관 질환을 치료하기 위한 목적으로 사용되는 것은 콜레스테롤 저하, 혈소판 응집억제, 혈압강하, 항산화제 등의 효과가 있기 때문이다(윤균애, 2006). 대부분의 생리활성을 나타내는 주요성분은 마늘이 함유하고 있는 유기 황화합물이며, 이들은 마늘의 독특한 향을 제공한다. 마늘의 황화합물 함량은 양파나 브로컬리의 약 4배에 이르며, 마늘의 효과에 대한 연구의 약 90%가 황화합물을 중심으로 이루어지고 있다(Wood, 2001). 마늘은 간의 지방합성 효소를 억제함으로써 간에 지방축적을 감소시키고, 혈중 콜레스테롤을 개선시키는 효과가 있다. 이러한 지질 저하 작용은 마늘이 함유하고 있는 diallyl disulfide와 dipropyl disulfide 성분 등과 관련이 있는 것으로 나타났다(Aouadi et al., 2000).

또한 정기적인 신체활동이 건강에 미치는 많은 긍정적인 효과들은 운동의 형태나 강도 및 각 개인이 수행한 운동의 양에 따라서 크게 좌우되는데, 일반적으로 유산소적 운동의 형태는 정신적인 스트레스 및 외적 압박을 감소시키는 작용을 하고, 인체 내 산소의 전달 능력과 내분비 기능을 강화시킬 뿐만 아니라 LDL-C의 감소와 HDL-C의 증가를 유도하여 혈중 지질의 구성 비율을 긍정적인 부분으로 향상시켜 심혈관계와 관련된 질병의 예방

및 치료에 도움을 준다고 보고되고 있다(Viru et al., 1995).

본 연구에서 TG는 집단 간, 집단 내에서 모두 통계적으로 유의차가 발생하지 않았으나, 실험 전과 비교하여 마늘섭취와 유산소성 운동 복합처치 후(GE 그룹) 21.2%가 감소하였고, 마늘섭취만 한 그룹(G 그룹)에서 14.0%, 유산소성 운동을 실시한 그룹(E 그룹)에서 13.1%의 감소를 보였다. TC는 GE 그룹 내에서만 실험 후 15.0%의 유의한 감소( $p < .01$ )가 나타났고, G 그룹과 E 그룹에서는 통계적으로 유의하지 않지만, 각각 4.0%, 0.79%의 감소가 나타났다. 그룹 간에도 GE 그룹이 C 그룹과 비교하여 유의한 감소( $p < .05$ )가 나타났다. 이는 8주간의 생 마늘 섭취가 혈청 콜레스테롤 수준에서 통제군과 비교해 유의한 감소를 보인 Gadkari(1991)의 연구와 유사하며, 선병기 등(1997)이 8주 정도의 운동에서는 TC의 수치 변화가 없으며, 12주가 지나면서 감소가 나타난다고 보고한 결과와 유사하다. 본 연구에서 이러한 결과는 식이와 운동의 단독 효과 보다는 두 변인의 복합처치가 상승작용을 일으킨 결과라 사료된다. HDL-C은 GE 그룹 내에서만 실험 후 20.7%의 유의한 증가( $p < .01$ )가 나타났고, G 그룹과 E 그룹에서는 통계적으로 유의하지 않지만, 각각 5.39%, 5.67%의 증가가 나타났다. 그룹 간에도 GE 그룹이 C 그룹과 비교하여 유의한 증가( $p < .05$ )가 나타났다. Mahmoodi 등(2006)은 혈중 콜레스테롤 수치가 245 mg/dl 이상인 자를 대상으로 42일간 하루 두 번 5g의 생마늘을 섭취시킨 결과, HDL-C 수치가 유의하게 증가됨을 보고하였고, 마늘 섭취 단독으로 혈중 지질을 저하시킬 수 있음을 제시하였는데, 본 연구에서는 G 그룹에서 마늘 섭취 후 HDL-C 수치가 5.93% 증가하였으나, 유의차는 발생하지 않았다. Stein 등(1990)은 훈련 후 HDL-C 농도가 증가하였다고 보고하였고, Superko (1991)는 주 당 10마일 정도의 조깅을 6개월 간 계속 실시한 결과 HDL-C 농도가 증가하였다고 보고하고 있으며, 박인기(1993)는 중년여성을 대상으로 수영 훈련 4주부터 HDL-C 농도가 증가하였다고 보고하고 있다. 따라서 HDL-C 수치가 마늘섭취와 유산소성 운동의 복합처치군(GE 그룹)에서만 처치 후 유의하게 증가한 것은 운동효과와 더불어 마늘섭취효과의 상승작용이 혈중지질을 개선시킬 수 있는 요인이라는 신덕수 등(2007)의 연구 결과와 일치한다. LDL-C은 GE 그룹 내에서만 실험 후 17.30%의 유의한 감소( $p < .01$ )가 나타났고, G 그룹과 E 그룹에서는 통계적으로 유의하지는 않지만, 각각 3.27%,

5.42%의 감소가 나타났다. 그룹 간에도 GE 그룹이 C 그룹과 비교하여  $p < .05$  수준으로 유의한 감소가 나타났다. Bordia(1981)는 20명의 건강한 사람을 대상으로 마늘의 essential oil(0.25 mg/kg/day)을 6개월간 복용하게 한 결과, 혈청 콜레스테롤 수치가 17%, 중성지방의 수치가 20%( $p < .05$ )로 낮아졌으며, 반면 HDL-C 농도는 29.3 mg/dl에서 41.2 mg/dl로 증가( $p < .001$ )하였다고 보고하였고, Ernst 등(1985)은 4주간 고콜레스테롤 환자에게 저열량 식이와 함께 1일 600mg의 마늘 가루를 공급한 결과, 저열량식만 공급받은 군에서는 총콜레스테롤 수치만 감소하였으나, 마늘을 함께 공급받은 군에서는 대조군 보다 총 콜레스테롤 농도 감소치가 10% 더 낮았으며, 중성지방과 LDL-C 농도도 유의적으로 감소하였다고 보고하였다. 그리고 Peltonen 등(1981), Goldberg 등(1984), Haskell(1984)은 유산소적 지구성 운동으로 인해 LDL-C의 농도가 유의하게 감소한다고 보고하고 있어 본 연구에 있어서의 마늘과 운동의 복합섭취 결과와 유사한 결과가 나타났다.

이러한 마늘과 운동의 복합처치가 가져온 혈중지질 저하 효과는 운동이 혈중중성지방과 콜레스테롤 수준을 감소시키는 효과를 갖는 것으로, 이는 유산소 운동으로 간 및 근육의 글리코겐이 소비되면서 근육과 순환되는 혈액 중의 지방이 에너지원으로 이용되기 때문으로 설명되며(Scjokman et al., 1999), 마늘의 지질저하효과는 allicin과 allicin에서 유도된 황화합물이 간에서 HMG-CoA reductase와 같은 콜레스테롤을 합성하는 여러 효소단계를 억제하기 때문으로 여겨지고, 이는 콜레스테롤과 LDL-C를 감소시키는 역할을 한다(Liu et al., 2001)는 선행연구와 일치한다. 따라서, 마늘 섭취와 운동의 단독 효과 보다는 마늘과 운동의 복합처치가 인체의 혈중지질에 긍정적인 요소임을 시사한다고 볼 수 있다. 하지만 일부 선행연구는 마늘의 혈중 콜레스테롤과 중성지방의 감소 효과를 발견할 수 없었다고 하여 마늘의 효능을 부정하고 있다. Luley 등(1986)은 고지혈증 환자를 대상으로 6주간 마늘가루와 placebo를 투여한 결과 마늘가루 투여로 인한 혈중 총 콜레스테롤, HDL-C, LDL-C, TG에서 어떠한 유의적 차이도 나타나지 않았다고 보고하였다. 또한 10명의 건강한 30대 남녀를 대상으로, 2주간 하루에 600mg의 마늘가루를 공급하였으나 placebo 군과 마늘군 모두 실험 전과 후 혈중 지질의 유의적 변화가 나타나지 않았다고 보고하고 있다(Phelps et al., 1993). 이러한 보고는 본 연구에서 TG의 결과와 일치하지만,

두 연구 모두 6주 이하의 단기간 마늘 섭취의 효과를 보았으며, 생마늘, 마늘 추출물, 마늘 oil, 마늘의 가공처리방법등을 다각도로 고려하지 않고 마늘가루만을 실험식으로 선택하였고, 혈중지질의 구성 비율을 긍정적으로 가져올 수 있는 운동이라는 요소를 포함시키지 않았기에 혈중지질에서 유의적 변화가 나타나지 않았다고 사료된다.

위와 같은 연구와 병행해 본 연구에서 고려할 점은, 건강한 남자 대학생을 대상으로 선정하였기에, 혈중지질의 저하 효과를 설명하기에 조금 부족한 점이 없지 않고, 이와 같은 결과를 비만 및 고지혈증 환자에게 적용한다면 식이와 운동의 효과에 대한 더욱 긍정적인 연구가 될 것으로 사료된다.

## 2. 항산화 기능에 미치는 영향

세포막, 특히 근육막과 적혈구막은 전해질 및 에너지 대사와 관련된 기질, 조직으로의 산소공급 등과 같은 물질이동 통로로서의 역할을 가지고 있고, 막의 지질과산화는 세포기능의 변화 즉, 막투과성의 감소, 세포질로의 이온 교환 감소, 독성 대사물질의 생성, 세포내 glutathione의 대사 변화를 유발한다(Warren et al., 1992).

과산화지질(MDA)과 운동강도와의 관계에 대해서는, 강한 신체운동이 활성산소의 생성과 이로 인한 여러 조직에서의 과산화지질 함량의 증가를 유발하여 산화 스트레스의 원인이 된다는 사실을 확인할 수 있고(Jenkins, 1988), 과산화 지질의 생성은 운동의 종류에 따른 변화의 크기보다는 운동강도 혹은 운동시간의 차이에 더 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Krishnan et al., 2003). 한편, 인체는 활성산소에 대한 효율적인 기구를 가지고 있어서 효과적으로 대처하고 있으며, 항산화 효소로는 Superoxide dismutase(SOD), Catalase(CAT), Glutathione peroxidase(GPx) 등이 있다.

마늘의 함유황 성분 중 산화성 스트레스를 유발하는 free radical에 대해 scavenging activity를 갖는 성분으로는 Diallylsulfide(DAS), Dipropylsulfide(DPS), Diallyldisulfide(DADS), S-allylcysteine(SAC) 등이 규명(Rietz et al., 1995)되었으나, 마늘의 항산화 작용은 어느 특정한 성분에 의한 것이 아니라 함유황 성분(Organic sulfur

compounds)들의 여러 단계 물질들이 관여해서 나타나는 작용으로 보고되었다(Fenelli et al, 1998).

규칙적인 운동을 하게 되면, 탈진운동을 할지라도, 산화방어능력이 증가되어 혈중 지질 과산화물을 감소시킨다고 Sumida 등(1989)은 보고하고 있으며, Salminen 등(1983)도 지구성 훈련으로 탈진상태의 운동을 실시한 결과 MDA의 증가는 나타나지 않았다고 보고하였다. 본 연구에서는 지질과산화물인 MDA는 12주 후 모든 그룹 내, 그룹 간 변화율 모두 유의한 차가 나타나지 않았고, 12주 후 근 손상 운동 시 회복기간에서도 그룹 간, 회복기간 간 유의차가 나타나지 않았다. 그러나 유의한 수준은 아니지만 전체적으로 마늘 섭취와 유산소성 운동을 전혀 실시하지 않은 C 그룹에서 근 손상 운동 후 가장 높은 수준을 보이고 있다. 이와 같은 유의차가 없는 결과는 마늘섭취와 규칙적인 운동이 항산화 효소 활성도의 증가로 인하여 인체 내의 free radical 제거 시스템이 강화됨으로써 신체방어기전이 향상되어 MDA 농도를 빠르게 감소시켜 혈중으로의 유출저하를 가져와 혈중 MDA 농도에 변화를 가져오지 못한 것으로 사료된다. Durak 등(2004)은 혈중 콜레스테롤 농도가 높은 대상자들에게 4개월 동안 물에 의한 마늘추출물을 보충한 결과 보충전에 비해 MDA가 감소하였고, 항산화력을 나타내는 지표가 증가하였다고 보고하였으며, Lovlin 등(1987)은 장기간의 지속적인 유산소성 운동이 free radical에 대한 신체방어능력을 개선시켜 산화적 스트레스에 의해서 증가된 지질과산화를 감소시키며, 산화제거 효소체계에 이어서 활성증대의 신체적 적응의 결과를 보고하고 있어 본 연구의 결과를 뒷받침 해주고 있다. Santos-Silva 등(2001)은 운동 안한 사람과 비교 시 훈련된 성인 수영선수들에서 안정 시 MDA 수준이 높은 것으로 보고하였고, 이와 반대로 Niess 등(1996)은 훈련된 피험자에 비하여 훈련되지 않은 피험자의 혈장 MDA 수준이 높다고 하였으며, 전태원 등(2007)은 60%, 80%  $VO_2max$ 의 운동 후 MDA 수준은 유의하게 증가하였으나, 운동 강도 간에 차이는 나타나지 않는다고 보고하여, MDA 생성이 운동 강도 보다는 운동 시간에 더 큰 영향을 받고 있음을 간접적으로 나타낸 결과라고 보고하고 있다.

규칙적인 운동은 산화적 스트레스를 감소시키며, SOD와 GPx와 같은 항산화 효소의 활성을 증가시켜 운동에 의한 세포 손상을 방지하는 기능을 향상시킨다(Urso et al.,

2003). SOD는 superoxide anion( $O_2^-$ )을 수소원자( $H^+$ )와 반응시켜 과산화수소( $H_2O_2$ )와 산소 분자( $O_2$ )로 만드는 작용을 통해 항산화 작용을 하는데 그 작용의 중요성으로 인해 산화적 스트레스에 대한 지표로서 현재까지 가장 많이 측정되고 있는 물질 중 하나이다(Lloyd, 1999). Catalase(CAT)의 주요기능은 과산화수소( $H_2O_2$ )를 물( $H_2O$ )로 분해시키며, GPx는  $H_2O_2$ 를 방어하는 강력한 기능을 가지고 있으며, 세포내에서 thiol과 GR(glutathione reductase)에 의해 이뤄지고, glutathione 항상성 유지에도 중요한 역할을 하는 효소이다 (Sen et al., 1992). 또한 마늘이 갖는 가장 중요한 생화학적 특성의 하나는 항산화력이다. 마늘은 reactive oxygen species(ROS)를 제거하고, 지질과산화물 형성과 LDL 산화를 억제하며, 항산화 체계를 증대시키는 것으로 알려졌다(Imai et al., 1994). 항산화 효소는 특히 간장과 심근, 또는 근 조직에서 효소 활성이 뛰어나지만, 세포 외 혈청에서도 감지되어 채혈에 의한 실험을 보고하고 있다(Tauler et al., 2006; Cases et al., 2006). 따라서 본 연구에서도 혈청 항산화 효소를 측정하였다. SOD는 12주 후 GE 그룹에서 유의하게 증가( $p<.01$ )하였으며, 집단 간 변화율에서도 GE 그룹이 C 그룹과 비교하여 유의한 차( $p<.05$ )가 있는 것으로 나타났다. 또한 12주 후 근 손상 운동 시 회복기간에서도 회복 1시간( $p<.01$ ), 12시간( $p<.05$ )에서 GE 그룹이 C 그룹과 비교하여 SOD 수준에서 유의한 차( $p<.01$ )가 나타났다. 이러한 결과는 장기간의 규칙적인 지구성 운동으로 단련된 선수들의 경우, 탈진적인 지구성 운동 자극 시 인체에 최소한의 유해작용을 일으키는 가운데 운동 효율을 높이는 기전이 발달해 있으며, 규칙적인 반복 운동을 할 경우 항산화력이 증가하여 활성산소로 인한 해로운 영향을 감소시키며(Sen et al., 1994), 규칙적인 운동이 SOD 활성을 증가시켰고(Mena et al., 1991), Ji(1999)는 쥐를 대상으로 10주간의 훈련 후 일부 근육에서 SOD 활성이 증가하였다고 보고하여, 본 연구의 결과를 뒷받침 하고 있다. 또한 이수천 등(2004)은 5주령된 흰쥐를 대상으로 주 5회 5주간 운동훈련과 타우린 섭취를 처치하고 혈액성분 중 항산화 활성을 분석한 결과 대조군에 비해 운동훈련과 타우린 섭취를 동시에 실시한 실험군에서 SOD가 통계적으로 유의하게 증가하였음을 보고하였고, 이는 운동자체에 대한 활성이라고 논의하였다. Catalase는 본 연구에서 12주 후 GE 그룹과 G 그룹에서 유의하게 증가( $p<.05$ )가 나타났으며, 12주 후 근 손상 운동 시 회복기간에서는

회복 24시간에서 GE 그룹이 C 그룹과 비교하여 유의한 차이( $p < .05$ )가 있음을 확인할 수 있었다. GPx는 12주 후에 GE 그룹에서 유의한 증가( $p < .01$ )가 나타났으며, 12주 후 근 손상 운동 시 회복기간에서는 회복 24시간에서 G 그룹이 C 그룹과 비교하여 유의차( $p < .05$ )가 나타났다. 이러한 결과들은 alliin의 장기간 섭취가 증가된 지질과산화와 감소된 GPx, SOD, CAT 활성을 회복시키고(Sheela et al., 1995), 마늘오일을 섭취한 쥐 들이 CAT, SOD, GPx와 같은 항산화 효소의 활성과 지질과산화에 대한 저항이 증가되었음을 보고(Helen et al., 1999)한 연구와 유사한 결과이다. 또한 운동은 두 가지 측면에서 산화적 스트레스와 관련이 있다. 즉, 운동 시 산화적 스트레스의 증가는 운동에 대한 반응일 뿐만 아니라 인체 내 항산화 효소의 활성을 유도한다. 따라서, 활성산소 및 ROS의 생성에 대한 지표는 트레이닝에 따른 항산화 효소(SOD, CAT, GPx)의 활성도 수준을 측정하여 평가할 수 있으며, 규칙적인 운동에 대한 적응으로 인체 내의 항산화 기능이 향상된다는 것이다(양춘호 등, 2005). Kanter 등(1985)은 쥐 실험에서 하루 60분간, 일주일에 5회 수영훈련을 21주간 실시한 결과 간조직의 CAT, GPx 활성도가 현저하게 증가하였음을 보고하였고, Powers 등(1994)은 장기간 훈련 후 GPx 활성이 쥐의 적근에서 45% 증가하였다고 보고하였다. 장기간 훈련은 항산화계 효소의 활성이 증가하여 일회성 운동을 실시할 경우에 비해 지질과산화에 대한 위험성이 감소한다고 Ji(2000)는 보고하고 있으며, 이승범 등(2004)도 8주간의 유산소성 운동을 실시한 훈련 그룹에서 SOD, CAT, GPx의 활성이 모두 유의한 차이를 보인 반면, 일회성 유산소성 운동을 실시한 그룹은 그렇지 않다고 보고하여, 이는 일회성 유산소 운동 시의 항산화 체계보다 8주간 훈련으로 향상된 항산화 체계가 지질과산화에 대한 위험성이 적다고 논의하고 있다. 이렇듯, 본 연구의 결과는 항산화제를 투여할 경우, 운동 시 근 상해를 줄이고 운동 후 회복을 촉진시키며(Tiidus et al., 1994), 운동으로 인한 산화성 상해를 감소시켜 단백질의 산화를 줄일 수 있음을 시사한 보고(Kumar et al., 1992)와 일치하며, 활성산소로 인한 허혈성 관류적 손상 및 지질과산화로부터 미토콘드리아 막까지도 보호할 수 있는 가능성이 있음을 시사하는 것이다. 따라서 본 연구에서 보는 바와 같이 운동스트레스에 의한 활성산소의 피해를 최소화하기 위해서는 규칙적이고 적당한 신체활동을 통해 항산화 효소의 활성을 극대화 시키고, 마늘 등의

생리활성 영양소를 공급하는 항산화물질의 섭취를 통해 항산화력을 증대시키는 것이 중요하며, 이 두 요인의 복합처치가 단독처치를 했을 때 보다 항산화력 측면에서 상승적인 시너지 효과를 발휘했다고 사료된다.

### 3. 운동수행에 미치는 영향

마늘 섭취와 운동수행능력과 관련한 연구는 거의 이루어 지지 않고 있으나, 본 연구에서 마늘과 규칙적 운동이 항산화 체계의 개선 효과를 보임으로써, 운동수행능력에 대해 개선 효과를 보일 것이라는 가설을 가지고, 본 연구의 결과에 대해 논의하였다. 김성수 등(1998)은 12주간 비타민 E를 투여함으로써 육상 중, 장거리 선수들의 기록을 유의하게 단축시켜 항산화물을 경구 투여할 경우 지구성 운동 능력을 유의하게 높일 수 있다고 보고하고 있으며, 정원훈 등(2004)은 대학 핸드볼 선수를 대상으로 12주간에 걸쳐 항산화제를 복합 투여한 결과 복합 투여한 그룹의 최대산소섭취량이 위약군에 비해 유의하게 높게 나타났다으며, 이러한 결과는 항산화제의 복합투여가 강도 높은 훈련으로 인한 산화적 스트레스에 대한 항산화 기능을 효과적으로 수행하였음을 보여주는 것으로 사료된다고 보고하고 있고, 운동강도가 SOD와 CAT 등의 활성을 조절하는 중요한 인자이며, 실험대상자들의 지속적으로 운동을 수행한 운동선수라는 점에서 탈진운동이 산화적 손상을 크게 하지만 규칙적인 훈련으로 인한 산화적 손상 시 외부에서 섭취한 항산화 복합제에 의하여 산화적 손상에 대한 방어능력이 향상되었다고 보고하고 있다. Witt 등(1992)도 항산화제를 복합섭취한 결과 운동수행 능력의 향상을 나타냈다고 보고하고 있다. 이처럼 항산화물을 투여한 집단의 유산소성 운동능력이 유의하게 증가한 결과는 운동으로 인해 비타민 E가 저장된 조직으로부터 유리되어 신체 내에서 재분배됨으로써 산화성 손상의 방어에 일조하거나, 지질과산화와 단백질 산화를 감소시킨 결과라고 Sen(1995)은 보고하고 있다. 또한 Verma 등(2005)은 30명의 관상동맥질환자를 대상으로 6주 동안 하루 2회 4 capsule의 마늘 oil을 투여한 후 심장 기능과 트레드밀 스트레스 테스트에 대한 관찰 결과, 마늘이 최대운동에서의 심박수를 감소시켰고, 초기 테스트와 비교하여 더 나은 운동내성이 발견되

어, 관상동맥질환이 있는 환자들에게 마늘이 유익한 강장제 역할을 하였다고 보고하고 있다. 정은숙 등(1997)은 운동에 의한 체내 항산화 기능의 향상에 대한 선행 연구의 결과에 따르면, 적정 강도의 꾸준한 유산소성 운동이 신체조성 및 혈중지질의 개선과 심폐기능의 향상에 긍정적 영향을 미치는 동시에 항산화계의 활성화를 촉진시킬 수 있다고 보고하고 있다. 이성모 등(2006)은 일반적으로 장시간 운동 시 운동수행력에 영향을 미치는 요인으로 근육 내 글리코겐 저장량의 증가, 혈중 젖산농도의 감소, 산화적 스트레스 억제, 항산화 능력의 증대, 체액의 산성화 등 여러 가지 요소들이 복합적으로 이루어져 있으며, 상황버섯 추출물을 투여한 쥐에서 운동 수행 능력이 증가됨을 보고하고 있는데, 이는 상황버섯의 섭취가 근육 내 글리코겐 저장량의 증가보다는 운동 시 발생하는 피로요인과 산화적 스트레스 억제 및 항산화 능력의 향상으로 인하여 운동지속시간이 연장된 것으로 생각된다고 보고하고 있다. 그러나 본 연구에서는 최대산소섭취량이 모든 그룹에서 처치기간 후 유의하게 증가하였고, 운동지속시간에서는 그룹 간, 처치기간 간 모두 유의차가 발생하지 않았다. 이는 본 실험의 12주 운동이 HRmax의 50~60%의 강도를 부여하였기 때문에 운동수행에서 증가가 나타나지 않았다고 사료되며, 운동지속시간에서 GE 그룹이 12주 후 3.94%로 가장 높은 지속시간을 보인 결과는 마늘이 운동수행에 영향을 미치는 마그네슘, 철, 구리, 아연, 황화합물, 아미노산, 비타민 등과 같은 많은 영양학적인 구성요소를 보유하고 있으며(Tariq et al., 1988), 이러한 구성요소들은 피로로부터의 회복을 촉진(Morihara et al., 2007)시키는 것으로서, 유의하지는 않지만 간접적으로 본 연구의 결과를 뒷받침하고 있다.

이상과 같이, 다수의 선행연구들은 마늘과 유산소 운동의 단독 독립 변인이 혈중지질을 저하시키고, 항산화 효소의 활성을 증대시킨다고 보고하고 있다. 본 연구에서는 대체적으로 마늘과 유산소 운동의 복합 처치 그룹에서 유의한 변화를 가져왔는데, 이는 식이와 운동의 단독 효과 보다는 마늘섭취 효과와 더불어 규칙적인 운동의 복합 처치 효과가 혈중지질과 항산화 기능의 측면에서 유의미한 결과를 가져온 것으로, 운동영양학적인 면에서 복합처치의 중요성이 강조되어야 한다고 생각된다.

## VI. 결 론

본 연구는 건강한 남자대학생을 대상으로 12주간 마늘 추출액 섭취와 규칙적인 유산소성 운동 실시 후 혈중지질, 운동수행, 항산화체계에 미치는 영향을 분석하고, 마늘 섭취와 규칙적인 유산소성 운동 후 갑작스런 일회성 근 손상 운동 시 회복기간에 항산화 기능에 어떠한 개선 효과를 보이는지 분석한 결과는 다음과 같다.

1. TG는 12주간 마늘 섭취와 규칙적인 유산소 운동 후 그룹 간, 그룹 내 유의한 차이가 나타나지 않았다.
2. TC는 12주 후 마늘과 운동의 복합처치 그룹(GE)에서 유의하게 감소하였으며, 그룹 간에는 GE 그룹이 통제 그룹(C)과 비교해 유의하게 감소하였다.
3. HDL-C에서는 12주 후 GE 그룹에서 유의하게 증가하였으며, 그룹 간에는 GE 그룹이 C 그룹과 비교해 유의하게 증가하였다.
4. LDL-C은 12주 후 GE 그룹에서 유의하게 감소하였으며, 그룹 간에는 GE 그룹이 C 그룹과 비교해 유의하게 감소하였다.
5. MDA는 12주 후 집단 간, 집단 내 모두 유의한 차이가 발생하지 않았고, 12주 후 근 손상 운동 시 회복기간에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다.
6. SOD는 12주 후 GE 그룹에서 유의한 증가가 나타났으며, 집단 간에는 GE 그룹이 C 그룹과 비교하여 유의한 증가가 나타났다. 12주 후 근 손상 운동 시 회복기간에서는 회복기 1시간과 12시간에서 GE 그룹이 C 그룹과 비교해 유의한 차이가 나타났다.
7. CAT는 12주 후 GE 그룹과 G 그룹에서 유의한 증가가 나타났으며, 12주 후 근 손상 운동 시 회복기에서는 회복 24시간에서 GE 그룹이 C 그룹과 비교해 유의한 차이가 나타났다.
8. GPx는 12주 후 GE 그룹에서 유의한 증가가 나타났으며, 12주 후 근 손상 운동 시 회

복기에서는 회복 24시간에서 G 그룹이 C 그룹과 비교해 유의한 차이가 나타났다.

9. 최대산소섭취량은 모든 그룹 내에서 실험 후 유의한 증가가 나타났고, 그룹 간 유의차는 발생하지 않았다.

10. 운동지속시간은 12주간 마늘 섭취와 규칙적인 유산소 운동 후 그룹 간, 그룹 내 유의한 차이가 나타나지 않았다.

이상의 결론을 종합해 보면, 대체적으로 마늘 섭취와 규칙적인 유산소성 운동의 복합 처치 그룹에서 혈중지질이 저하되고, 항산화 효소 수준에서 실험 전·후 또는 회복기간 동안 대체적인 증가나 개선효과를 보였으나, 운동 수행능력에는 영향을 미치지 않았다.

본 연구에서는 신체적으로 건강한 남자대학생을 대상으로 하였기 때문에, 마늘과 혈중지질에 미치는 영향을 규명하기에 다소 무리가 없지 않았다. 이러한 자료를 중심으로 앞으로 고령자 및 대사증후군을 가진 환자를 대상으로 연구가 필요할 것으로 생각되며, 항산화 기능에 대한 측면에서는 본 연구가 집중적으로 12주간의 훈련과 항산화제 섭취를 통한 연구였으나, 보다 지속적이고 종단적인 연구가 추후 구체적으로 밝혀질 필요성이 있다고 사료된다.

## 참고문헌

- 고기준, 김태운 (1999). 수영이 고지혈증 흰쥐의 활성 산소 및 항산화 효소에 미치는 영향. *한국체육학회지*, 38(3) : 361-374.
- 김성수, 오봉석, 김영표, 천병옥, 신말순, 최형규 (1998). 육상 중장거리 선수들의 지구성 훈련 시 항산화제 투여가 근조직 세포막과 항산화 효소에 미치는 영향. *한국운동영양학회 제4회 춘계학술대회논문집*, 17-34.
- 김정숙 (1997). 한국인의 지방섭취와 고지혈증에 관한 연구. *안양전문대학논문집*, 20 : 341-352.
- 김현태, 안응남 (2002). 항산화제 투여를 병행한 트레이닝 후의 격렬한 운동이 흰쥐의 MDA, LDH 동위효소에 미치는 영향. *운동영양학회지*, 6(2) : 115-119.
- 박인기 (1993). 12주 수영훈련 프로그램이 중년여성의 혈중 지질 변화에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문. 한양대학교 대학원.
- 배현주, 전희정 (2002). 사업체 급식소의 마늘 소비실태: 제2보 식단분석과 마늘의 소비량, 음식별 함유량 조사. *대한영양사협회학술지*, 8(2) : 154-162.
- 백영호 (1989). *운동영양학*. 진영문화사.
- 백영호 (1995). 장시간운동시 마늘섭취가 항피로 및 피로회복에 미치는 영향. *한국영양식량학회지*, 24(6) : 970-977.
- 선병기, 양정수, 김차용 (1997). 운동이 혈중지질 및 지단백 콜레스테롤 수준에 미치는 효과에 대한 메타분석적 연구. *한국사회체육학회지*, 8 : 335-362.
- 신덕수, 이창준 (2007). 마늘섭취와 유산소성 체중부하운동의 복합처치가 비만 남자고등학생의 혈중지질 및 골밀도에 미치는 영향. *한국스포츠리서치*, 18(1) : 153-162.
- 신성희, 김미경 (2004). 마늘 육질과 껍질의 건분 및 에탄올추출물이 노령흰쥐의

- 지방대사와 항혈전능에 미치는 영향. *한국영양학회지*, 37(7) : 515-524.
- 양정옥 (1999). 운동의 생활화가 여성들의 혈액성상에 미치는 영향. *한국발육발달학회지*, 7 : 211-221.
- 양춘호, 한승혜 (2005). 습관적 운동과 스트레스 수준이 항산화 효소 활성도에 미치는 영향. *한국스포츠리서치*, 16(3) : 133-142.
- 윤균애 (2006). 마늘의 섭취와 운동이 혈장지질과 항산화효소계에 미치는 영향. *한국영양학회지*, 39(1) : 3-10.
- 이귀녕, 이종순 (1996). *임상병리 파일(2판)*. 대한임상연구소, 의학문화사.
- 이수천, 김해현, 류승필 (2004). 타우린 섭취와 운동훈련이 고지방식이 흰쥐의 글리코겐 저장량 및 항산화 활성의 변화에 미치는 영향. *운동영양학회지*, 8(2) : 171-176.
- 이성모, 이승범, 이명천 (2006). 상황버섯 추출물의 투여가 운동수행력, 근피로 및 항산화체계에 미치는 영향. *운동영양학회지*, 10(2) : 173-179.
- 이승범, 차광석 (2004). 규칙적인 수영운동과 일회성 수영운동이 흰쥐의 항산화 효소에 미치는 영향. *운동영양학회지*, 8(3) : 281-287.
- 전태원, 신윤아 (2007). 운동강도가 백혈구 텔로미어, 지질과산화 및 항산화 효소 활성도에 미치는 영향. *운동과학*, 16(2) : 75-84.
- 전희정, 이성우 (1986). 마늘성분의 산화방지작용에 관한 연구: 제1보 전자공여능 및 과산화지질 생성억제 효과에 미치는 영향. *대한가정학회지*, 24(1) : 43-51.
- 정성태, 최희남, 서성모, 정덕조 (1998). 장기간의 걷기 운동이 혈압과 혈액성분 및 신체구성에 미치는 영향. *제36회 한국체육학회 학술발표회 논문집*, 760-779.
- 정원훈, 소홍섭, 박찬희, 김용규, 한상완, 은희관, 송제호, 박래길 (2004). 12주간의 항산화제 복합투여가 VO<sub>2</sub>max의 변화 및 항산화 관련 유전자 발현에 미치는 효과. *운동영양학회지*, 8(2) : 177-183.
- 정은숙 (1997). 운동요법이 비만여대생의 혈청지질 및 항산화계에 미치는 영향. *대*

한간호학회지, 28(4) : 832-845.

조현철 (1996). 정상인과 비만인들의 규칙적인 유산소성 트레이닝이 호흡순환, 신  
체조성 및 혈중 지질성분에 미치는 영향. 한국체육학회지, 35(1) :  
100-110.

차태양 (2004). 마늘 유효성분 추출물을 이용한 마늘 정제품의 품질 특성. 미간행  
박사학위논문. 경북대학교 대학원.

한국영양학회. (2005). 한국인 영양섭취기준. 국진기획, CD-ROM.

Aikawa, K. M., Quintanilha, A. T., and de Lumen, B. O. (1984). Exercise  
endurance training alters vitamin E tissue level and red blood cell  
hemolysis in rodents. *Biolsci. Rep.*, 4 : 253-357.

Alessio, H. M., and Goldfarb, A. H. (1988). Lipid peroxidation and scavenger  
enzyme during exercise: Adaptive response to training, *J. Appl. Physiol.*,  
64 : 1333-1336.

Ali, M., and Afzal, M. (1990). Comparative study of the in vitro synthesis of  
prostaglandins and thromboxane in plants belonging to Liliaceae family.  
*Gen. Pharmacol.*, 21(3) : 273-276.

Ali, M., and Thomson, M. (1995). Consumption of a garlic clove a day could  
be beneficial in preventing thrombosis. *Prostaglandins. Leukot. Essent.  
Fatty. Acids*, 53 : 211-212.

Ali, M., and Thomson, M. (2000). Garlic and onions: their effect on eicosanoid  
metabolism and its clinical relevance. *Prostaglandins. Leukot. Essent.  
Fatty. Acids*, 62(2) : 55-73.

Allen, D. G. (2001). Eccentric muscle damage: mechanisms of early reduction  
of force. *Acta. Physiol. Scand.*, 171 : 311-319.

Amagase, H. and Milner, J. A. (1993). Impact of various sources of garlic and  
their constituents on 7, 12,-DMBA binding to mammary cell DNA.

- Carcinogenesis*, 14 : 1627-1631.
- Amagase, H. (1997). Antioxidant and radical scavenging effects of aged garlic extract and its constituents. In : Antioxidants and Disease, 6th Congress on Clinical Nutrition. Banff, Alberta, Canada, 28.
- Amagase, H. (2006). Clarifying the real bioactive constituents of garlic. *J. Nutr.*, 136 : 716S-725S.
- Aouadi, R., Aouidet, A., Elkadhi, A., Rayana, C. B., Jaafoura, H., Tritar, B., and Nagati, K. (2000). Effect of fresh garlic (*Allium sativum*) on lipid metabolism in male rats. *Nutr. Research*, 20 : 273-280.
- Apitz-Castro, R., Escalante, J., Vagase, R., and Jain, M. K. (1986). Ajoene, the antiplatelet principle of garlic, synergistically potentiates the antiaggregatory action of prostacyclin. *Thromb. Res.*, 42 : 303-311.
- Augusti, K. T. (1977). Hypercholesterolemic effect of garlic. *Indian J. Exp. Biol.*, 15 : 489-490.
- Baker, T. T. (1986). Alterations in lipid and profiles of plasma lipoproteins in Middle-aged Med Consequent to an aerobic exercise program. *Metabolism*, 35(11), 1037-43.
- Block, E. (1985). The chemistry of garlic and onion. *Sci. Am.*, 252 : 114-119.
- Block, E., Ahmad, S., Catalfamo, J. L., Jain, M. K., and Apitz-Castro. (1986). Antithrombotic organosulfur compounds from garlic: Structural, mechanistic and synthetic studies. *J. Am. Chem. Soc.*, 108 : 7045-7055.
- Block, E., and Zhao, S. H. (1990). Diallyl sulfoxide: convenient source of thioacrolein for Diels-Alder trapping. *Tetrahedron Lett.*, 31 : 5003-5006.
- Bordia, A. (1981). Effect of garlic on blood lipids in patients with coronary heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, 34 : 2100-2103.

- Bordia, A., Verma, S. K., and Srivastava, K. C. (1998). Effect of garlic (*Allium sativum*) on blood lipids, blood sugar, fibrinogen and fibrinolytic activity in patients with coronary artery disease. *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids*, 58 : 257-263.
- Borek, C. (1997). Antioxidant and cancer. *Sci. Med.*, 4 : 51-62.
- Borek, C. (2001). Antioxidant health effects of aged garlic extract. *J. Nutr.*, 131 : 1010S-1015S.
- Brady, P. S., Brady, L. J., and Ullrey, D. E. (1979). Selenium, vitamin E and the response to swimming stress in the rat. *J. Nutr.*, 109(6) : 1103-9.
- Brodnitz, M. H., Pascale J. V., and van Derslice L. J. (1971). Flavor components of garlic extract. *J. Agric. Food Chem.*, 19 : 273-275.
- Brownell, D., Bachorik, P. S., and Ayerle, R. S. (1982). Change in plasma lipid and lipoprotein levels in men and women after a program of moderate exercise. *Circulation*, 65 : 477-484.
- Bruce, R. A., Kusumi, F., and Hosmer, D. (1973). Maximal oxygen intake and monographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am. Heart J.*, 85, 546-562.
- Cases, N., Sureda, A., Maestre, I., Tauler, P., Aguiló, A., Córdova, A., Roche, E., Tur, J. A., and Pons, A. (2006). Response of antioxidant defences to oxidative stress induced by prolonged exercise: antioxidant enzyme gene expression in lymphocytes. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 98 : 263-269.
- Chang, M. L. W., and Johnson, M. A. (1980). Effects of garlic on carbohydrate metabolism and lipid synthesis in rats. *J. Nutr.*, 110 : 931-936.
- Davies, K. J., Quintanilha, A. T., Brooks, G. A., and Packer, L. (1982). Free radicals and tissue damage produced by exercise. *Bioch. Biophys. Res. Commun.*, 107(4) : 1198-1205.

- Dimitrov, N. V., and Bennink, M. R. (1997). Modulation of arachidonic acid metabolism by garlic extract. In: *Nutraceuticals: Designer Foods III Garlic, Soy and Licorice* (Lanchance P. P., ed.), pp. 199-220. Food & Nutrition Press, Trumbull, CT.
- Durak, I., Kavutcu, M., Aytac, B., Avci, A., Devrim, E., Ozbek, H., and Ozturk, H. S. (2004). Effect of garlic extract consumption on blood lipid and oxidant/antioxidant parameters in humans with high blood cholesterol. *J. Nutr. Biochem.*, 15 : 373-377.
- Effendy, J. L., Simmons, D. L., Campbell, G. R., and Campbell, I. H. (1997). The effect of aged garlic extract on the development of experimental atherosclerosis. *Atherosclerosis*, 132 : 37-42.
- Ernst, E., Weihmayr, T., and Matari, A. (1985). Garlic and blood lipids. *Br. Med. J.*, 291 : 139-140.
- Fenelli, S. L., Castro, G. D., Toranzo, E. G., and Castro, J. A. (1998). Mechanisms of the preventive properties of some garlic compounds in the carbon tetrachloride promoted oxidative stress. Diallyl sulfide : *Res. commun. Mol. Pathol. Pharmacol.*, 110(2) : 163-174.
- Fenwick, G. R., and Hanley, A. B. (1985). The genus *Allium*. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 22 : 199-271.
- Freeman, F., and Kodera, Y. (1995). Garlic chemistry: Stability of S-(2-propenyl)-2-propene-1-sulfinothiate (Allicin) in blood, solvents and simulated physiological fluids. *J. Agric. Food Chem.*, 43 : 2332-2338.
- Fridovich, I. (1986). Biological effects of the superoxide radical. *Arch. Biochem. Biophys.*, 247(1) : 1-11.
- Gadkari, J. V., and Joshi, V. D. (1991). Effects of ingestion of raw garlic on

- serum cholesterol level, clotting time and fibrinolytic activity in normal subjects. *J. Postgrad. Med.*, 37 : 128-131.
- Gebhardt, R. (1991). Inhibition of cholesterol biosynthesis by a water-soluble garlic extract in primary cultures of rat hepatocytes. *Arzneimittelforschung*, 41 : 800-804.
- Gebhardt, R. (1993). Multiple inhibitory effects of garlic extracts on cholesterol biosynthesis in hepatocytes. *Lipids*, 28(7) : 613-619.
- Gebhardt, R., Beck, H., and Wagner, K. G. (1994). Inhibition by cholesterol biosynthesis by allicin and ajoene in rat hepatocytes and HepG2 cells. *Biochim. Biophys. Acta.*, 1213 : 57-62.
- Gleeson, M., Blannin, A. K., Zhu, B., Brooks, S., and Cave, R. (1995). Cardiorespiratory, hormonal and haematological responses to submaximal cycling performed 2 days after eccentric or concentric exercise bouts. *J. Sports Sci.*, 13(6) : 471-479.
- Goldberg, L., Elliot, D. L., Schutz, R. W., and Kloster, F. E. (1984). Changes in lipid and lipoprotein levels after weight training. *JAMA*, 252(4) : 504-506.
- Han, S. Y., Hu, Y., Anno, T., and Yanagita, T. (2002). S-propyl cysteine reduces the secretion of apolipoprotein B100 and triacylglycerol by HepG2 cells. *Nutrition*, 18 : 505-509.
- Haskell, W. L. (1984). The influence of exercise on the concentrations of triglyceride and cholesterol in human plasma. *Exerc. Sport. Sci. Rev.*, 12 : 205-244.
- Helen, A., Rajasree, C. R., Krishnakumar, K., Augusti, K. T., and Vijaammal, P. L. (1999). Antioxidant role of oils isolated from garlic (*Allium sativum* Linn) and onion (*Allium cepa* Linn) on nicotine-induced lipid

- peroxidation. *Vet. Hum. Toxicol.*, 41 : 316-319.
- Herber, D. (1997). The stinking rose: organosulfur compounds and cancer. *J. Clin. Nutr.*, 66 : 425-426.
- Holzgartner, H., Schmidt, U., and Kuhn, U. (1992). Comparison of the efficacy and tolerance of a garlic preparation vs. bezafibrate. *Arzneimittelforschung*, 42 : 1473-1477.
- Ibert, B., Winkler, G., and Knobloch, K. (1990). Products of alliin transformation: ajoenes and dithiins, characterisation and their determination by HPLC. *Planta, Med.*, 56 : 202.
- Ide, N., and Lau, B. H. S. (1997). Garlic compounds protect vascular endothelial cells from oxidized low density lipoprotein-induced injury. *J. Pharm. Pharmacol.*, 49 : 908-911.
- Imai, J., Ide, N., Nagae, S., Moriguchi, T., Matsuura, H., and Itakura, Y. (1994). Antioxidant and radical scavenging effects of aged garlic extract and its constituents. *Planta, Med.*, 60(5) : 417-420.
- Jain, A. K., Vargas, R., Gotzkowsky, S., and McMahon, F. G. (1993). Can garlic reduce levels of serum lipids? A controlled clinical study. *Am. J. Med.*, 94 : 632-635.
- Jenkins, R. R. (1988). Free radical chemistry : Relationship to exercise. *Sports Med.*, 5 : 156-170.
- Jenkins, R. R., and Goldfarb, A. (1993). Introduction : oxidant stress, aging, and exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25(2) : 210-212.
- Ji, L. L., Fu, R., and Mitchell, E. W. (1992). Glutathione and antioxidant enzymes in skeletal muscle: effects of fiber type and exercise intensity. *J. Appl. Physiol.*, 73(5) : 1854-1859.
- Ji, L. L. (1994). Exercise and Exercise and oxidative stress: Role of the cellular

- antioxidant system. *Free Rad. Biol. Med.*, 16 : 339-346.
- Ji, L. L. (1995). Exercise and oxidative stress: Role of the cellular antioxidant system. *Gerontology*, 37(6) : 317-325.
- Ji, L. L. (1999). Antioxidants and Oxidative stress in Exercise. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 222 : 283-292.
- Ji, L. L. (2002). Exercise-induced modulation of antioxidant defence. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 959 : 82-92.
- Kagawa, K., Matsuoka, H., Yamaguchi, Y., and Fukuhama, C. (1986). Garlic extract inhibits the enhanced peroxidation and production of lipids in carbon tetrachloride-induced liver injury. *Jpn. J. Pharmacol.*, 42 : 19-26.
- Kanter, M. M., Hamlin, R. L., Unverferth, D. V., Davis, H. W., and Merola, A. J. (1985). Effect of exercise training on antioxidant enzymes and cardiotoxicity of doxorubicin. *J. Appl. Physiol.*, 59(4) : 1298-1303.
- Kanter, M. M., Kaminsky, L. A., Laham Saeeger, J. L., Lesmes, G. R., and Nequin N. D. (1986). Serum enzyme levels and lipid peroxidation in ultramarathon runner. *Ann. Sports Med.*, 3(1) : 39-41.
- Karlsson, J. (1971). Lactate and phosphagen concentrations in working muscle of man. *Acta. Physiol. Scand. Suppl.*, 358 : 1.
- Kerstin, B., Michael, L., Harisios, B., and Gustav, G. B. (1997). Protective effect of chronic garlic intake on elastic properties of aorta in the elderly. *Circulation*, 96 : 2649-2655.
- Kiesewetter, H., Jung, F., Jung, E. M., Blume, J., Mrowietz, C., Brik, A., Koscielny, J., and Wenzel, E. (1993). Effects of garlic coated tablets in peripheral arterial occlusive disease. *Clin. Investig.*, 71 : 383-386.
- Kim, J. D., Yu, B. P., McCarter, R. J., Lee, S. Y., and Herlihy, J. T. (1996).

- Exercise and diet modulate cardiac lipid-peroxidation and antioxidant defenses. *Free Radical Bio. Med.*, 20(1) : 83-88.
- Ko, K. J., Kim, T. U., Shin, G. S., An, B. C., Han, J. U., and Moon, H. G. (1998). The response to serum lipids and antioxidants enzymes in hyperlipidemic rats by short-term swimming exercise. *The 98 Seoul International Sport Science Congress Proceedings II*, 762-775.
- Krishnan, R. K., Evans, W. J., and Kirwan, J. P. (2003). Impaired substrate oxidation in healthy elderly men after eccentric exercise. *J. Appl. Physiol.*, 94 : 716-723.
- Kumar, C. T., Reddy, V. K., Prasad, M., and Thyagaraju, K. (1992). Dietary supplementation of vitamin E protects heart tissue exercise induced oxidant stress. *Mol. Cell Biochem.*, 111 : 109-115.
- Larner, A. J. (1995). How does garlic exert its hypocholesterolemic action ? The tellurium hypothesis. *Med. Hypotheses*, 44 : 295-297.
- Lau, B. H. S. (2001). Suppression of LDL oxidation by garlic. *J. Nutr.*, 131 : 958S-988S.
- Laughlin, M. H., Simpson, T., Sexton, W. L., Brown, O. R., Smith, J. K., and Korthuis, R. J. (1990). Skeletal muscle oxidative capacity, antioxidant enzymes and exercise training. *J. Appl. Physiol.*, 68(6) : 2337-2343.
- Lawson, L. D. (1996). The composition and chemistry of garlic cloves and processed garlic. In Koch HP, Lawson LD, editors. *Garlic the science and therapeutic application of Allium sativum L and related species.* Baltimore : William & Wilkins, 37-107.
- Lawson, L. D. (1998). Garlic: a review of its medicinal effects and indicated active compounds. *American Chemical Society Symposium Series*, 691 : 176.
- Lee, I. M. (1995). Exercise and physical health : Cancer and immune function. *Res. Q. Exer. Sports*, 66 : 286-291.

- Leewenburgh, C., Hollander, J., Leichtweis, S., Griffiths, M., Gore, M., and Ji, L. L. (1997). Adaptation of glutathione antioxidant system to endurance training are tissue and muscle fiber specific. *Am. J. Physiol.* 272(1) : 363-369.
- Lehtonen, A., Viikari, J. (1980). Serum lipids in soccer and icehokey players. *Metabolism*, 29 : 36-39.
- Lloyd, D. (1999). How to avoid oxygen. *Science*, 286: 249.
- Liu, L., and Yeh, Y. Y. (2001). Water-soluble organosulphur compounds of garlic inhibit fatty acid and triglyceride synthesis in cultured rat hepatocytes, *Lipids*, 36 : 395-400.
- Lovlin, R., Cottle, W., Pyke, I., Kavanagh, M., and Belcastro, A. N. (1987). Are indices of free radical damage related to exercise intensity. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 6(3) : 313-316.
- Luley, C., Moller, B., Martin, T., and Schwartzkopff, W. (1986). Lack of efficacy of dried garlic in patients with hyperlipoproteinemia. *Arzneimittelforschung.*, 36 : 766-768.
- Mahmoodi, M., Islami, M, R., Asadi Karam, G, R., Khaksari, M., Sahebghadam Lotfi, A., Hajizadh, M, R., and Mirzaee, M. R. (2006). Study of the effects of raw garlic consumption on the level of lipids and other blood biochemical factors in hyperlipidemic individuals. *Pak. J. Pharm. Sci.*, 19(4): 295-298.
- Mathew, B. C., and Daniel, R. S. (1996). Hypolipidemic effects of garlic protein substituted for casein diet of rats compared to dose of garlic oil. *Ind. J. Exp. Biol.*, 34 : 337-340.
- Mazelis, M., and Crews, L. (1968). Purification of the alliin lyase of garlic, *Allium sativum* L. *Biochem. J.*, 108 : 725-730.

- McArdle, A., and Jackson, M. J. (2002). Exercise, oxidative stress and aging. *J. Anat.*, 197 : 539-541.
- Mena, P., Maynar, M., Gutierrez, J. M., Timon, J., and Campillo, J. E. (1991). Erythrocyte free radical scavenger enzymes in bicycle professional racers, Adapt at into training. *Int. J. Sports Med.*, 12(6) : 563-566.
- Miean, K. H., and Mohamed, W. (2001). Flavonoid(myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin and apigenin) content of edible tropical plants. *J. Agri. Food Chem.*, 49 : 3106-3112.
- Milner, J. A. (1996). Garlic: its anticarcinogenic and antimutagenic properties. *Nutr. Rev.*, 54 : 82-86.
- Morgan, W. P., and O'Connor, P. J. (1988). Exercise and Mental Health. In R. K. Dishman (Ed.), Exercise Adherence : It's Impact on Public Health. Champaign, IL : *Human Kinetics*, 91-117.
- Morihara, N., Ushijima, M., Kashimoto, N., Sumioka, I., Nishihama, T., Hayama, M., and Takeda, H. (2006). Aged garlic extract ameliorates physical fatigue. *Biol. Pharm. Bull.*, 29(5) : 962-966.
- Morihara, N., Nishihama, T., Ushijima, M., Ide, N., Takeda, H., and Hayama, M. (2007). Garlic as an anti-fatigue agent. *Mol. Nutr. Food Res.*, 51 : 1329-1334.
- Motonori, F. (1976). Allithiamine and its properties. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 22 : 57-62.
- Munday, J. S., James, K. A., Fray L. M., Kirkwood, S. W., and Thompson, K. G. (1999). Daily supplementation with aged garlic extract, but not raw garlic, protects low density lipoprotein against *in vitro* oxidation. *Atherosclerosis*, 143 : 399-404.
- Niess, A. M., Hartmann, A., Fuchs-Grunert, M., Poch, B., and Speit, G. (1996).

- DNA damage after exhaustive treadmill running in trained and untrained men. *Int. J. Sports Med.*, 17 : 397-403.
- Nishino, H., Nishino, A., Takayasu, A., Iwashima, Y., Itakura, Y., Kodera, Y., Matsuura, H., and Fuwa, T. (1990). Antitumor promoting activity of allixin, a stress compound produced by garlic. *Cancer J.*, 3 : 20-21.
- Parkhouse, W. S., Willis, P. E., and Zhang, J. (1995). Hepatic lipid-peroxidation and antioxidant enzyme responses to long-term voluntary physical-activity and aging. *Age*, 18(1) : 11-17.
- Pedraza-Chaverri, J., and Maldonado, P. D., Medina-Campos, O. N., Olivares-Corichi, I. M., Granados-Silvestre, M. A., Hernandez-Pando, R., and Ibarra-Rubio, M. E. (2000). Garlic ameliorates gentamicin nephrotoxicity: relation to antioxidant enzyme. *Free Radic. Biol. Med.*, 29 : 602-611.
- Peltonen, P., Marnieni, J., Hietanen, E., Vuori, I., and Ekholm, C. (1981). Changes in serum lipids, lipoproteins and heparin releasable lipolytic enzymes during moderate physical training in man: a longitudinal study. *Metabolism*, 30 : 518-526.
- Phelps, S., and Harris, W. S. (1993). Garlic supplementation and lipoprotein oxidation susceptibility. *Lipids*, 28 : 475-477.
- Popov, I., Blumstein, A., and Lewin, G. (1994). Antioxidants effects of aqueous garlic extract. 1st communication: Direct detection using the photochemiluminescence. *Arzneimittelforschung*, 44 : 602-604.
- Powers S. K., Lawler, J., Criswell, D., Lieu, F. K., and Martin, D. Aging and respiratory muscle metabolic plasticity: Effects of endurance trainig. *J. Appl. Physiol.*, 72(3) : 1068-1073.
- Powers S. K., Criswell, D., Lawler, J., Ji, L. L., Martin, D., Herb, R. A., and

- Dudley, G. (1994). influence of exercise intensity and duration on antioxidant enzyme activity in skeletal muscle differing in fiber type. *Am. J. Physiol.*, 266, R375-380.
- Prasad, K., Laxdal, V. A., Yu, M., and Raney, B. L. (1996). Evaluation of hydroxyl radical-scavenging property of garlic. *Moll. Cell Biochem.*, 154 : 55-63.
- Radak, Z., Kaneko, T., Tahara, S., Nakamoto, H., Ohno, H., Sasvari, M., Nyakas, C., and Goto, S. (1999). The effect of exercise training on oxidative damage of lipids, proteins, and DNA in rat skeletal muscle: evidence for beneficial outcomes. *Free Radic. Biol. Med.*, 27 : 69-74.
- Rahman, K. (2001). Historical perspective on garlic and cardiovascular disease. *J. Nutr.*, 131 : 977S-979S.
- Rahman, K. (2003). Garlic and aging : new insights into an old remedy. *Aging Res. Rev.*, 2 : 39-56.
- Rahman, K., and Lowe, G. M. (2006). Garlic and cardiovascular disease: a critical review. *J. Nutr.*, 136(3 Suppl) : 736S-740S. Review.
- Rajasree, C. R., Rajmohan, T., and Agusti, K. T. (1998). Antiperoxide effect of garlic protein in alcohol fed rats. *Ind. J. Exp. Biol.*, 36 : 60-64.
- Rajasree, C. R., Rajmohan, T., and Agusti, K. T. (1999). Biochemical effects of garlic on lipid metabolism in alcohol fed rats. *Ind. J. Exp. Biol.*, 37 : 243-247.
- Reznick, A. Z., Witt, E., Matsumoto, M., and Packr, L. (1992). Vitamin E inhibits protein oxidation in skeletal muscle of resting and exercise rats. *Biochem. Biophys. Res. commun.*, 189 : 801-806.
- Rietz, B., Belagyi, J., Torok, B., and Jacob, R. (1995). The radical scavenging ability of

- garlic examined in various models. *Boll. Chim. Farm.*, 132(2) : 69-76.
- Rotzsch, W., Richter, V., Rassoul, F., and Walper, A. (1992). Postprandial lipemia under treatment with *Allium sativum*. Controlled double-blind study of subjects with reduced HDL2-cholesterol. *Arzneimittelforschung*, 42(10) : 1223-1227.
- Santos-Silva, A., Rebelo, M. I., Castro, E. M., Belo, L., Guerra, A., Rego, C., and Quintaniha, A. (2001). Leukocyte activation, erythrocyte damage, lipid profile and oxidative stress imposed by high competition physical exercise in adolescents. *Clinical Chemica. Acta.*, 306 : 119-126.
- Salminen, A., and Cohen, G. (1983). Lipid peroxidation in exercise myopathy. *Exp. Mol. Pathol.*, 38 : 380-388.
- Scjokman, C. P., Ingrid, H., Rutishauser, E., and Wallace, R. J. (1999). Pre- and post-game macronutrient intake of a group of elite Australian football players. *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.*, 9 : 60-96.
- Sen, C. K., Marin, E., Kretzschmar, M., and Hanninen, O. (1992). Skeletal muscle and liver glutathione homeostasis in response to training, exercise, and immobilization. *J. Appl. Physiol.*, 73 : 1265-1272.
- Sen, C. K., Lester, P., and Osmo, H. (1994). Exercise and oxygen toxicity. *Elsevier Science B. V.*
- Sen, C. K. (1995). Oxidants and antioxidants in exercise. *J. Appl. Physiol.*, 79(3) : 675-686.
- Sen, C. K. (1995). Oxygen toxicity and antioxidants: State of the art. *Indian J. Physiol. Pharmacol.*, 39 : 177-196.
- Sheela, C. G., and Agusti, K. T. (1995). Antiperoxide of S-allyl cysteine sulfoxide isolated from *Allium sativum* Linn and guggulipid in cholesterol diet fed rats. *Indian J. Exp. Biol.*, 33 : 337-341.

- Shinozaki, H. (1976). Cardiac action of thiamine derivatives in guinea pig. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 22 : 29-34.
- Silagy, C. A., and Neil, H. A.(1994). A meta analysis of the effect of garlic on blood pressure. *J. Hypertension.* 12 : 463-468.
- Silagy, C. A., and Neil, H. A.(1994). Garlic as a lipid lowering agent, a meta analysis. *J. R. Coll. Physicians Lon.*, 28 : 39-45.
- Simon, L. A., Balasubramanian, S., and von Konigsmark, M. (1995). On the effect of garlic on lipids and lipoprotein in mild hypercholesterolemia. *Atherosclerosis*, 113 : 219-225.
- Smith, S. R., Lovejoy, J. C., Greenway, F., Ryan, D., DeJonge, L, de al Bretonne, J., Volafova, J., and Bary, G. A. (2001). Contribution of total body fat abdominal subcutaneous adipose tissue compartment and visceral adipose tissue to the metabolic complications of obesity. *Metabolism*, 50(4) : 425-435.
- Somani, S. M., Ravi, R., and Rybak, L. P. (1995). Effect of exercise training of antioxidant system in brain regions in rat. *Pharm. Biochem. Behav.*, 50(4) : 635-639.
- Spigelski, D., and Jones, P. J. (2001). Efficacy of garlic supplementation in lowering serum cholesterol levels. *Nutr. Rev.*, 59(7) : 236-241.
- Stein, R. A., Michielli, D. W., Glants, M. D., Sardy, H., Cohen, A., Goldberg, N. G., and Brawn, C. D. (1990). Effects of different exercise training intensities on lipoprotein cholesterol fractions middle aged men. *The American Heart Journal*, 119 : 227-283.
- Steinmetz, K. A., Kushi, L. H., Bostick, R. M., Folsom, A. R., and Potter, J. D. (1994). Vegetables, fruit and colon cancer in the Iowa Woman's Study. *J. Epidemiol.*, 139 : 1-5.

- Sumida, S., Tanaka, K., Kitao, H., and Nakadomo, F. (1989). Exercise induced lipid peroxidation and leakage of enzymes before and after Vitamin E supplementation. *Int. J. Biochem.*, 21 : 835-838.
- Superko, H. R. (1991). Exercise training, serum lipids, and lipoprotein particles: is there a change threshold?. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 26(6) : 677-685.
- Tauler, P., Sureda, A., Cases, N., Aguiló, A., Rodríguez-Marroyo, J. A., Villa, G., Tur, J. A., and Pons, A. (2006). Increased lymphocyte antioxidant defences in response to exhaustive exercise do not prevent oxidative damage. *J. Nutr. Biochem.*, 17(10) : 665-71.
- Tariq, H., Abdullah, O., Elkadi, A., and Carter, J. (1988). Garlic revisited: Therapeutic for the major diseases of our times?. *J. National. Med.*, 80 : 439-445.
- Tiidus, P. M., and Houston, M. E. (1994). Antioxidant and oxidative enzyme adaptations to vitamin E deprivation and training. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 26(3) : 354-9.
- Tiidus, P. M., Pushkarenko, J., and Houston, M. E. (1996). Lack of antioxidant adaptation short term aerobic training in human muscle. *Am. J. Physiol.*, 271(4) : 832-836.
- Tiidus, P. M., Bombardier, E., Hidiroglou, N., and Madere, R. (1999). Gender and exercise influence on tissue antioxidant vitamin status in rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 45 (6): 701-710.
- Urso, M. L., and Clarkson, P. M. (2003). Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. *Toxicology*, 189 : 41-54.
- Verma, S. K., Rajeevan, V., Jain, P., and Bordia, A. (2005). Effect of garlic (*Allium sativum*) oil on exercise tolerance in patients with coronary artery disease. *Indian J. Physiol. Pharmacol.*, 49(1) : 115-118.

- Vinson, J. A., Su, X., Zubik, L., and Bose, P. (2001). Phenol antioxidant quantity and quality in foods : fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 49 : 5315-5321.
- Viru, A., and Smirnova, T. (1995). Health promotion and exercise training. *Sports Med.*, 19 : 123-126.
- Vorberg, G., and Schneider, B. (1990). Therapy with garlic: result of a placebo-controlled, double-blind study. *Br. J. Clin. Pract. Symp. Suppl.*, 69 : 7-11.
- Warren, J. A., Jenkins, R. R., and Packer, L. (1992). Elevated muscle vitamin E dose not attenuate eccentric exercise-induced muscle injury. *J. Appl. Physiol.*, 72 : 2168-2175.
- Wei, Z., and Lau, B. H. S. (1998). Garlic inhibits free radical generation and augments antioxidant enzyme activity in vascular endothelial cell. *Nutr. Res.*, 18 : 61-70.
- Wilmore, J. H., Despres, J. P., Stanforth, P. R., Mandel, S., Rice, T., Gagnon, J., Leon, A. S., Rao, D., Skinner, J. S., and Bouchard, C. (1999). Alternations in body weight and composition consequent to 20 wk of endurance training: the HERITAGE Family Study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 70, (3) : 346-352.
- Witt, E. H., Reznick, A. Z., Viguie, C. A., Starke-Reed, P., and Packer, L. (1992). Exercise, oxidative damage and effect of antioxidant manipulation. *J. Nutr.*, 122 : 766-773.
- Wood, D. (2001). Established and emerging cardiovascular risk factors. *Am. Heart J.*, 141 : S49 - S57.
- Yamasaki, T., Li, L., Lau, B. H. (1997). Garlic compounds protect vascular endothelial cells from hydrogen peroxide-induced oxidant injury.

*Phytother. Res.*, 8 : 408-412.

Yamasaki, T., and Lau, B. H. (1997). Garlic compounds protect vascular endothelial cells from oxidant injury. *Nippon Yakurigaku Zasshi*, 110 S1 : 138-141.

Yu, Y. Y., and Shaw, M. Y. (1994). Garlic reduces plasma lipids by inhibiting hepatic cholesterol and triacylglycerol synthesis. *Lipids*, 29 : 189-193.

Zima, T., Teaser, V., Plaenik, J., Rychlik, I., Merta, M., and Nemeck, K. (1997). The influence of cyclosporin on lipid peroxidation and superoxide dismutase in adriamycin nephropathy in rats. *Nephron*, 75(4) : 464-468.

