

홍삼복용이 노인들의 유산소 운동시 발생된 활성산소에 미치는 영향

최종환[#] · 김영수* · 이규문 · 김현주

충북대학교 체육학과, *충북대학교 약학과
(2003년 10월 22일 접수, 2004년 1월 28일 수리)

The Effects of Red-ginseng Intaking on Free Radical Produced During Aerobic Exercise in the Elderly

Jonghwan Choi[#], Youngsoo Kim*, Kyu-Moon Lee, and Hyeon-Ju Kim

Department of Exercise Science, Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea

*Department of pharmacy, Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea

(Received October 22, 2003, Accepted January 28, 2004)

Abstract : This study was performed to investigate the effect of 12 weeks red-ginseng intaking on MDA(malondialdehyde) produced during aerobic exercise in the young and elderly women. Sixteen volunteers agreed to participate and were placed in 2 groups: in the young(20-25 yrs), red-ginseng intake group(n=8), in the elderly(60-69 yrs), red-ginseng intaking group(n=8). The subjects who joined this study were asked to take 2.7g of red-ginseng powder capsule per day before the meal for 12 weeks(3 times/day). MDA(from blood samples) were collected at rest, just after the submaximal exercise, and 30 minutes after the exercise(cycle ergometer riding) at the beginning and the end of the 12-weeks program. After 12 weeks of red-ginseng intaking, young and elderly groups showed the decreased MDA significantly at rest(41.57%, 28.59%), just after the exercise(45.96%, 40.74%), and 30 minutes after the exercise(37.37%, 32.68%). These results indicate that red-ginseng intaking, as an antioxidant, may be useful for removing MDA produced during aerobic exercise in the elderly.

Key words : red-ginseng, malondialdehyde, aerobic exercise, elderly women

서 론

산화반응 중 발생된 활성산소는 세포막을 형성하는 주성분인 지질의 과산화 현상을 불러와 조직 손상을 유발하고 기관과 세포의 쇠퇴를 초래한다.¹⁾ 과산화지질 현상은 유전자 구조나 변이를 촉진하며, 단백질 손상을 초래함으로써 심혈관계의 성인병을 유발하여 노화를 촉진할 뿐 아니라 암 등의 악성 신생질환을 유발하고 폐기종, 백내장 등의 질환을 유발한다.²⁾ 또한 과도한 유산소성 운동시 미토콘드리아 내에서 O₂의 비율이 증가함에 따라 산소분자의 절대적인 양이 한정된 cytochrome oxidase에 의해 통제될 수 없으므로 불완전한 활성산소의 양은 비례적으로 증가하게 되며, 결국 운동시 산소소비량의 증가는 활성산소에 의한 산화적 스트레스와 지질

과산화를 유도하게 된다.³⁻⁶⁾ 실제로, Kanter 등⁷⁾과 Vihko⁸⁾는 운동 중 지질과산화물인 malondialdehyde(MDA)의 함량이 증가된다고 보고하였고, 진영수 등⁹⁾도 20대 후반 남성 8명을 대상으로 무산소성역치 수준인 AT(anaerobic threshold)의 110%에서 40분간 달리기를 실시한 결과 MDA 수준이 급격히 증가하였음을 보고하였다. 또한 Maughan¹⁰⁾의 연구에서도 역시 고강도(최대산소섭취량의 80%이상) 운동 후에 성인 남성들의 MDA가 현저히 증가하였다고 보고하였다.

한편, 생체는 피할 수 없는 산화에 의한 조직 손상으로부터 스스로를 보호하기 위한 항산화 체계를 가지고 있어 활성산소를 제거하거나 활성을 억제시킨다. 그러나 실험동물 연구에서 늙은 쥐의 간에서 분리된 superoxide dismutase(SOD)가 젊은 쥐의 그것보다 활성도가 낮고, glutathione의 농도 및 glutathione reductase의 활성 역시 늙은 쥐에서 저하되어 있음이 관찰됨으로써,¹¹⁾ 노화에 의해 산화적 스트레스에 대한 방어력이 감소됨을 알 수 있다. 특히, 인간에게 있어 40대

[#]본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로
(전화) 043-261-2779; (팩스) 043-266-2696
(E-mail) choij@cubucc.chungbuk.ac.kr

이후 항산화 방어체계가 급격히 감소되어 바이러스나 유해물질에 대응할 수 있는 능력이 떨어지고 활성산소에 대응할 수 있는 능력이 감소된다.¹²⁾ 이것은 노화에 의해 세포대사능력의 쇠퇴로 항산화효소의 감소를 가져와 발생하는 것으로, 인간의 평균수명과도 관계가 있다. 일반적으로 항산화제의 종류에는 SOD, Catalase와 glutathione peroxidase 등 외부 공급없이 인체내부의 대사과정에 의해 생성되는 항산화효소와 비타민 C, E, β -caroten 등과 같은 항산화제가 있다. 또한 최근 인삼이 활성산소의 방어에 효과적이라는 연구들이 보고되고 있다. 최경목 등¹³⁾은 홍삼이 산화적 스트레스를 감소시켜 적혈구내의 지질 과산화를 억제하고, SOD를 활성화시켰다고 보고하였으며, 또 다른 연구에서는 인삼의 사포닌 투여가 과산화지질의 최종산물인 MDA 농도를 감소시키는 경향이 있음을 보고하였으며 특히, glutathione을 포함하는 nonprotein-bound SH가 증가되어 항산화력이 향상된 것으로 보고하고 있다.¹⁴⁾ 실제로, 진병선 등¹⁵⁾은 linoleic acid를 기질로 하여 지질의 과산화물 억제효과를 확인했고, 흰쥐 간 microsome의 지질과산화 억제 활성을 확인하였다. 특히, saponin이라는 성분이 과산화지질 생성억제에 효과적이라고 보고하였다.

Shin 등¹⁶⁾의 보고에 의하면, maltol이 활성산소에 의한 조직손상을 완화시켜 주며 이러한 작용은 하이드록실기를 제거시켜 줌으로써 암의 발병, 허혈성 심장질환 그리고 노화 등과 같은 질환에서 활성산소가 관여하는 과정에 인삼이 유용하리라는 응용가능성을 제시하였다. 또한 인삼의 생체내 항산화작용을 확인하기 위해 인삼추출물을 장기간 투여한 실험³⁾에서 인삼 투여군은 높은 항산화 활성을 나타내었으나 활성산소 생성에는 변화가 없었다. 그러나 활성산소 생성물질 첨가에 의한 지질 과산화 반응을 억제시켰다. 이처럼 인삼은 생체의 산화성 스트레스의 억제 작용과 함께 활성산소의 손상에 대한 항산화 방어체계의 활성을 증가시킨다고 보고되고 있다.

이와같이 홍삼이 항산화제로써의 역할을 하며, MDA 억제에 효과적인 영향을 미친다고 보고되고 있으나, 아직까지 인간을 대상으로 한 임상적인 연구가 드물며, 특히 노인들의 대상으로 한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 홍삼 복용이 노인들의 운동시 발생된 활성산소에 미치는 효과를 알아보기 위하여, 젊은이들과 함께 최대산소섭취량의 80% 수준까지의 운동수행 시 생성되는 MDA 수준과 12주간의 홍삼복용에 따른 MDA 변화를 비교 분석하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 C대학 내·외 광고를 통하거나 개인적

인 접촉에 의해 자발적으로 연구에 참여하기로 한 여대생 8명 (age, 23.50 \pm 1.87; ht, 164.33 \pm 3.88; wt, 58.27 \pm 6.68)과 여성노인 8명 (age, 65.50 \pm 3.50; ht, 150.30 \pm 4.12; wt, 57.30 \pm 9.15)으로 구성되었다.

연구에 참여하기를 원하는 피험자들을 대상으로 신체활동적정성 여부와 운동부하 검사시 건강상 문제가 없는지를 파악하고, 구체적으로 약물복용 여부, 수면상태, 가족 병력 상태, 최근 1년간 동안의 병원진료 내용, 건강식품 복용여부 등을 조사하여 선별하였다.

2. 측정기구 및 시약

사용시약인 TCA(Trichloroacetic acid), BHT(Butylhydroxytoluene), TBA(2-Thiobarbituric acid), HCl, 1N HCl, EtOH, 5 μ M TEP(1,1,3,3-Tetraethoxy propane), n-BuOH, 1/12N H₂SO₄, 10% Tungstrophosphoric acid은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, U.S.A.)의 제품하였고, 홍삼캡슐은 한국인삼공사의 제품을 이용하였다. 그리고 실험장비는 Breath analyzing system(MAX-1, PHTSIO-DYNE, U.S.A.), Bicycle ergometer(Corival 400, Lode B.V, Netherland), Luminometer(LS 50B, Berthold, Germany), Micro centrifuge (Union 32, Hanil, Korea)이었다.

3. 실험설계

12주간의 홍삼복용이 여대생과 여성노인의 MDA 농도에 어떠한 영향을 미치는 지를 알아보기 위하여 홍삼복용 전·후에 걸쳐 안정시, VO₂max 80%(상대적인 운동강도)의 운동 후, 그리고 회복기 30분의 MDA 수준을 측정하였다. 홍삼은 고려홍삼분말캡슐(Korea Red-Ginseng Powder Capsule)을 이용하였으며, 이는 고려인삼주식회사로부터 제공받은 정관장 품질로써 한 캡슐에 홍삼분말(5년근) 0.3g이 포함되었다. 1일 9캡슐, 홍삼분말 2.7g을 3회에 걸쳐 식전에 복용하도록 하였으며, 홍삼량은 일반적으로 성인여성에게 효과적으로 작용하는 양을 기초로 한 것이다.

체혈은 홍삼복용전, 복용 12주 후에 에르고미터 지속부하를 통하여 최대산소섭취량의 약 80% 수준까지 이끄는 운동 상황에서 안정시, 운동 직후, 그리고 회복기에 각각 2ml씩 채혈하였다. 채혈을 하기 전에 12시간의 공복상태를 유지하였으며, 채혈된 혈액은 Microcentrifuge tube에 넣고 30분간 실온에 방치한 후 12,000 rpm에서 5분 동안 원심분리하여 serum만을 분리해 냉장보관하여 12시간 이내에 MDA 농도를 측정하였다.

4. 연구내용 및 방법

(1) 부하강도

자전거에르고미터(Corival 400)를 이용하여 Åstrand 지속 부하법으로 최대산소섭취량(MAX-1, PHTSIO-DYNE)을 측정 한 후 동일 protocol로 최대산소섭취량의 약 80%까지 이 끌었다.

(2) 과산화지질(MDA)정량 측정

과산화지질의 정량은 Yagi法을 사용하여 serum내의 과산화지질을 TBA(thiobarbituric acid) 발색법으로 측정하기 위해 시약을 만들고 정량을 측정하였다.

1) 시약 제조

TBA 시액은 TCA 15 g을 비이커에 넣고 소량의 증류수로 완전히 용해 시킨 다음 이 TCA용액에 TBA 0.375 g과 1 N HCl 25 ml를 가하고 Vortex mixer를 이용하여 완전히 용해 시킨 다음 40 mg의 BHT를 포함하고 있는 에탄올 용액 2 ml를 가한 다음 증류수로 전량 100ml로 만들었다(내용물; TBA 0.375 %, TCA 15%, BHT 0.04%, EtOH 2%, HCl 0.25 N). 그리고 1 N HCl은 35% HCl 시약 4.41 ml에 증류수를 가하여 전량 50 ml로 제조하였다.

2) 실험조작

실험의 조작은 다음의 순서에 입각하여 실시하였다. 첫째, serum 20 ul를 미리 넣고 1/12 N 황산 4.0 ml를 넣은 마개가 있는 시험관에 가한 후 10% 텅스텐인산 Na액 0.5 ml를 가하고 가볍게 교반하였다.

둘째, 실온에서 5분간 방치한 다음 4,000 rpm에서 10분간 원심 분리한 다음 상정액을 제거하였다.

셋째, 침전물에 1/12 N 황산 2 ml과 10%텅스텐인산 Na액 0.3 ml를 가하고 현탁시킨 다음 4,000 rpm에서 10분간 상온에서 원심분리 한 다음 상정액을 제거하였다.

넷째, 침전물에 4 ml의 증류수를 가하여 현탁시키고 이어서 0.67%TBA시액 1 ml를 가한다.

다섯째, 시험관 뚜껑을 닫고 95°C의 수욕상에서 60분간 가열하였다.

여섯째, 수도물에 시험관 외부를 접촉시켜 상온까지 냉각시킨 다음 n-BuOH 5 ml를 가한 다음 가볍게 교반하였다.

끝으로, 3,000 rpm에서 10분간 상온에서 원심분리 한 다음 n-BuOH층(상층)을 일정량 취하여 장 547 nm에서 흡광도를 측정하였다.

3) 표준시료의 제조 및 계산법

표준시료의 제조는 5 uM TEP(1,1,3,3-tetra-thoxy propane): 55 mg의 TEP를 정확하게 평량하여 비이커에 옮긴 다음 EtOH 50 ml를 가하여 용해시켰고(원액), 원액 0.1 ml를 취하여 EtOH 100 ml를 가하였다(표준시액).

그리고 표준시액 0.1 ml에 3.9 ml 증류수와 0.67% TBA시액 1 ml를 가한 다음 상기한 실험조작 다섯 번째부터 일곱 번째를 수행하여 흡광도를 측정한다.

과산화지질 농도의 계산은(sample A515/standard A515)× 25 nmol/ml이었다.

5. 자료처리 방법

측정시기(홍삼복용 전·후), 채혈시점(안정시, 운동직후, 회복기), 그리고 집단(여대생, 여성노인)에 따른 MDA 수준을 알아보기 위하여 3-way ANOVA 분석을 실시하였다. 주효과의 사후분석을 위해 independent t-test와 paired t-test를 적용하였다(α=.05).

결과 및 고찰

12주간의 홍삼복용이 여대생과 여성노인의 MDA 농도에 어떠한 영향을 미치는 지를 알아보기 위하여 홍삼복용 전·후에 걸쳐 안정시, VO₂max 80%의 운동직 후, 그리고 회복기 30분의 MDA 농도를 측정하여 분석하였다. 측정시기, 채혈시점, 그리고 집단에 따른 MDA 수준을 분석한 결과(Table 1), 측정시기, 채혈시점, 집단간에 상호작용이 존재하지 않는 것으로 나타났다. 그러나 측정시기(F=251.478, p<.001)와 집단(F=43.550, p<.001)에서 주효과를 보이면서, 홍삼 복용전과 후의 MDA 수준, 그리고 노인집단과 여대생집단의 MDA 수준이 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러나 채혈시

Table 1. The result of MDA produced in the young and elderly women (Unit : mol/ml)

Test	Blood collection time	Group		Source	F	p
		Young(M±SD)	elderly(M±SD)			
Pre-test	Rest	9.07±0.93	10.25±2.20	Test	251.478	.000***
	After exercise	9.66±1.19	11.66±3.65	Time	.709	.740
	Recovery	8.83±0.97	10.28±1.92	Group	43.550	.000***
Post-test	Rest	5.30±0.83	7.32±0.66	Test×Time	1.414	.260
	After exercise	5.22±0.22	6.91±1.06	Test×Group	.115	.740
	Recovery			Time×Group	.130	.879
				Test×Time×Group	.249	.781

***p<.001

점에 따른 MDA 수준에서는 변화가 없었다.

1. 홍삼복용에 따른 MDA 수준 비교

여대생과 여성노인 집단 모두 홍삼 복용 전·후 MDA 수준이 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다. 구체적으로 각 집단별로 복용 전·후에 어떠한 차이가 있는지 살펴본 결과, 여대생과 여성노인 집단 모두 안정시(41.57%, 28.59%), 운동 직후(45.96%, 40.74%), 회복기(37.37%, 32.68%) MDA 수준이 유의하게 낮아진 것으로 나타났다(Fig. 1과 2).

이와 같은 결과는 특정기간 동안 홍삼복용이 MDA 수준에 긍정적인 영향을 끼칠 것이라는

이론적 배경을 지지한다. 구체적으로, 홍삼의 사포닌 성분이 과산화지질 농도를 감소시키며 항산화 능력을 향상시킨다는 연구 결과^{14,17,18}와 일치하였다. 또한 과도한 활성산소 생

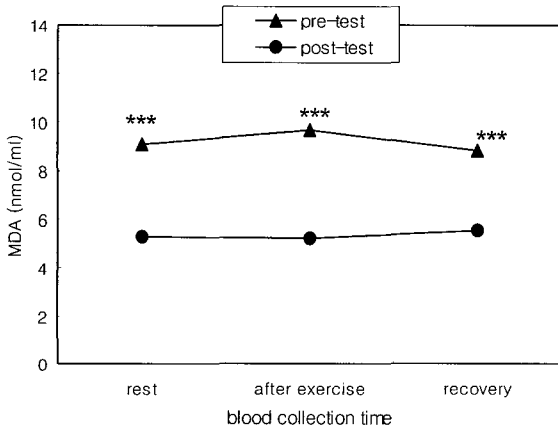


Fig. 1. Effect of ginseng intaking on MDA level in the young. After 12 weeks of ginseng intaking, MDA levels decreased at rest, just after the exercise, and 30 minutes after the exercise(***p<.001; pre-test vs post-test).

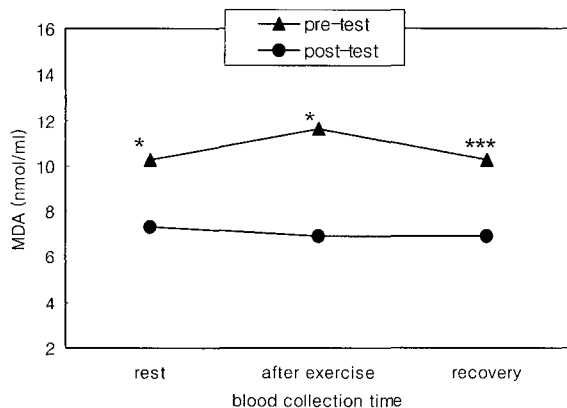


Fig. 2. Effect of ginseng intaking on MDA level in the elderly. After 12 weeks of ginseng intaking, MDA levels decreased at rest, just after the exercise, and 30 minutes after the exercise(*p<.05, ***p<.001; pre-test vs post-test).

성의 결과로 발생하는 당뇨병 환자들을 대상으로 홍삼을 복용시킨 후 MDA수준을 측정된 결과 MDA 수준이 감소된 결과¹³와도 관계가 높았다.

2. 연령집단에 따른 MDA 수준 비교

여대생집단과 여성노인집단의 MDA 수준이 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 구체적으로 분석한 결과, 복용전에는 안정시, 운동직후, 회복기의 MDA 수준이 두집단간 유의한 차이를 나타내지 않았다. 그러나 12주간의 홍삼복용 후에는 안정시, 운동직후, 회복기 모두에서 여대생들이 여성노인들보다 유의한 차이를 보이며 낮았다(Fig. 3).

비록, 홍삼을 복용한 후에 노인들의 MDA 수준이 유의한 차이를 보이며 젊은이보다 높았다고는 하지만, 노인의 MDA 수준도 홍삼 복용전보다 유의한 차이를 보이며 낮게 나타났다. 이는 홍삼이 운동중이나 노화로 발생하는 산화적 스트레스에 긍정적인 영향을 미치는 것은 사실이나, 역시 노인들은 과다한 활성산소에 대응할 항산화효소, 특히 SOD는 나이가 들어감에 따라 감소하고 음식물에 의해 섭취된 항산화제는 젊은이들처럼 왕성한 대사과정을 거치지 못한다^{19,20}고 사료된다.

그러나 본 연구에서 노인들이 12주간의 홍삼복용으로 안정시, 최대 운동능력의 80% 수준의 유산소성 운동직후, 그리고 회복시에 젊은이들과 마찬가지로 혈청내의 MDA 수준이 급격히 감소되었다는 사실은 가치있는 결과라 사료된다. 사실, 항산화제로서의 홍삼의 연구는 동물이나 환자를 대상으로 한 연구가 대부분이고, 노인들을 대상으로 안정시, 운동 중과 회복기에 생성되는 과산화지질에 대한 홍삼의 효능을 연구한 사

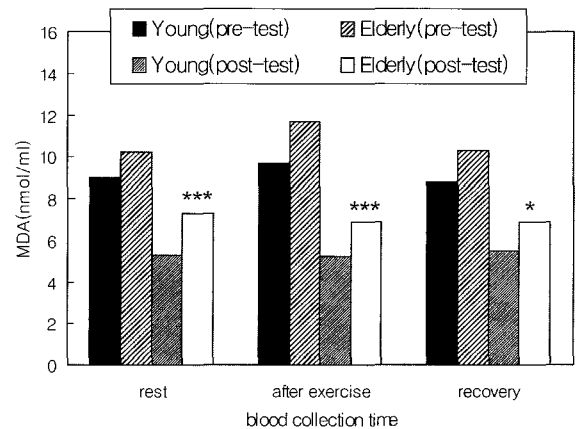


Fig. 3. Differences of MDA level by age. MDA levels weren't different at rest, just after the submaximal exercise, and 30 minutes after the exercise during the pre-test. But young group was better than elderly group in MDA levels at the rest, just after the exercise, and 30 minutes after the exercise during the post-test(*p<.05, ***p<.001 ; young vs elderly in post-test).

레가 아직 없기 때문에 직접적인 비교가 어렵지만 잠재적으로 운동중이나 노화로 발생하는 산화적 스트레스에 긍정적인 영향을 미친다고 할 수 있다. 즉, 여러 선행연구에서 보고한 비타민 C, E, β -caroten 등과 마찬가지로 홍삼도 질병과 노화 촉진, 각종 암 유발, 스트레스성 호르몬의 활성도를 약화시키는 항산화제로써의 효과가 있다²¹⁻²⁶고 볼 수 있다.

한편, 채혈시점간(안정시, 운동직후, 회복기) MDA 수준을 비교한 결과, 시점간에 유의한 변화는 없었다. 다만 전체적으로 MDA의 수준이 낮아졌다는 결과가 나왔다. 정상인의 경우 항산화제의 복용없이 높은 운동강도수준인 최대산소섭취량 80%에서 운동을 시키면 MDA 수준이 증가한다는 기존결과와는 다르게 본 연구의 홍삼복용 전 결과에서는 MDA 수준이 변화되지 않았다. 이렇게 본 실험에서 다른 결과가 나타난 것은 본 실험중에는 항산화효소의 활성정도를 분석하지 않아 정확히 알 수는 없어 피험자의 고유 항산화효소 작용여부가 분명치 않고, 예민한 활성산소를 심폐지구력의 차가 있는 소수의 대상자에 의하여 일반화한다는 것이 어려움이 될 수도 있으며, 끝으로 본 연구에서 홍삼 이외에 완벽하게 통제되지 못한 변인인 일상 식생활이 과산화지질 정도에 각각 다르게 영향을 주었을 것이라 사료된다. 그렇지만 홍삼을 일정기간 복용한 후에 노인들과 젊은이들 모두에게 있어서 운동전과 후에 MDA 수준이 낮아진 결과는 아마도 홍삼성분이 활성산소에 대하여 충분히 항산화 작용을 하여 일관되게 MDA 수준을 낮게 유지시켰다고 사료된다.

요 약

노인들의 고강도 유산소운동시 많은 산소요구량에 의하여 산화적인 스트레스가 증가하고, 결과적으로 함께 발생하는 활성산소는 MDA 수준을 증가시킨다. 이렇게 노인들의 강도 높은 운동중에 발생하는 활성산소에 홍삼복용이 어떠한 영향을 미치는 지를 알아보기 위하여 젊은이들과 비교하여 연구하였다. 노인들은 젊은이들과 함께 홍삼복용 전·후에 걸쳐 안정시, 운동직 후, 그리고 회복기 30분의 MDA 수준이 유의하게 낮아진 것으로 나타났다. 따라서 홍삼복용은 젊은이들뿐만 아니라 노인들의 축적된 과산화지질을 제거하거나 과산화지질의 생성을 억제하는 항산화 효과가 있음을 시사한다.

감사의 말씀

본 연구는 1998년 고려인삼학회 연구비 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

인용문헌

1. Sjodin, B., Westing, H. Y. and Apple, F. S. : Biochemical mechanisms for oxygen free radical formation during exercise. *Sports Med.* **10**, 236-254 (1990).
2. 최진호 : 노화과정의 조절과 인삼의 효과. *제5회 생명과학심포지엄(한국인삼연초연구소)*. **2**(5), (1993).
3. Ji, L. L. : Exercise, oxidative stress, and antioxidants. *American Journal of Sports Medicine.* **42**(6), S20-S24 (1996).
4. Clarkson, P. M. : Antioxidants and physical performance. *Criti. Rev. Food Sci. Nutri.* **35**(1-2), 131-141 (1995).
5. Maxwell, S. R. : Prospects for the use of antioxidant therapies. *Drugs.* **49**(3), 345-361 (1995).
6. Renznik, A. Z., Steinhagan, T. E. and Gershon, D. : The effect of exercise on enzymes activities in cardiac muscle of mice of various ages. *Biochemical Medicine.* **28**, 347-352 (1992).
7. Kanter, M. M., Lesmes, G. R., Kaminsky, L. A., et al. : Serum creatine Kinase and lactate dehydrogenase changes following an eighty kilometer race. *Eur. J. Appl. Physiol.* **57**, 60-63 (1988).
8. Vihko, V., Salminen, A. and Rantamaki, J. : Oxidative lysosomal capacity in skeletal muscle of mice after endurance training. *Acta Physiological Scandinavia.* **104**, 74-79 (1978).
9. 진영수, 류현승, 박준영, 이혁중, 김용권, 송욱, 지용석, 한구석 : 운동강도에 따른 총항산화 MDA의 변화. *대한스포츠의학회지*. **16**(2), 265-270 (1998).
10. Maughan, R. J., Donnelly, A. E., Gleeson, M., Whiting, P. H., Walker, K. A. and Clough, P. J. : Delayed-onset muscle damage and lipid peroxidation in man after a downhill run. *Muscle & Nerve.* **12**, 332-336 (1989).
11. 한복기 : 노화의 이해: 활성산소와 노화현상. *대한화학회지*. **38**(2), (1998).
12. Barakat, H. A., Dohm, G. L. and Shukl, N. : Influence of age and exercise training on lipid metabolism in Fischer-344 rats. *J. Apply. Physiol.* **67**, 1638-1642 (1989).
13. 최경목, 이은중, 김용현, 백세현, 김영기, 최동섭 : 인슐린비의존성 당뇨병에서 홍삼이 적혈구의 지질 관산화 및 항산화효소 수퍼옥사이드 디스뮤타제에 미치는 영향. *Korea J. Genseng Sci.* **21**(3), 153-159 (1997).
14. 정혜영, 김규원, 정한영, 오미현, 양한석, 오우라히코끼치, 요코자와다카코 : Ginseonside Rb2가 노화촉진마우스(SAM-R/1)의 항산화물질에 미치는 영향. *한국생화학회지*. **29**(3), 492-497 (1996).
15. 전병선, 김나미, 박채규, 양재원, 장규섭 : CA 저장이 수삼 및 홍삼의 항산화 작용과 항암작용에 미치는 영향. *고려인삼학회*. **20**(3), 262-268 (1996).
16. Shin, J. G., Park, J. W., Pyo, M. S., Kim, M. S. and Chung, M. H. : *Kor. J. Ginseng Sci.* **14**, 189-190 (1990).

17. 박미정, 송진호, 김선여, 김영중 : *약학회지*. **34**, 365-373 (1990).
18. Choi, J. H. and Oh, S. K. : *Kor Biochem. J.* **17**, 445-455 (1984).
19. Halliwell, B. and Gutteridge, J. M. C. : *Free radicals in biology and medicine*. oxford: Clarendon press. 1-18 (1985).
20. Spirduso, W. W. : *Physical dimension of aging*. Champaign-Urbana; IL: Human Kinetics. (1995)
21. Viguie, C.A., Frei, B., Shignaga, M.K., Amees, B.N., Packer, L. and Brooks, G.A. : Antioxidant status and indexes of oxidative stress during consecutive days of exercise. *Journal of Applied Physiology*. **75**(2), 566-572 (1993).
22. Dillard, C. J., Litov, R.E. and Savin, W.M. : Effects of exercise, vitamin E, and ozone on pulmonary function and lipid peroxidation. *J. Appl. Physiol.* **45**, 927-932 (1978).
23. Sumida, S. Tanaka, K., Kitao, H. and Nakadomo, F. : Exercise-induced lipid peroxidation and leakage of enzymes before and after vitamin E supplement. *int. J. Biochem.* **21**, 835-838 (1989).
24. Maxwell, S. R. J., Jakeman, P. and Thomason, H. : Changes in plasma antioxidant status during eccentric exercise and the effect of vitamin supplementation. *Free Radic Res-Commun.* **19**, 191-201 (1993).
25. Kanter, M. M., Nolte, L. A. and Holloszy, J. D. : Effect of an antioxidant vitamin mixture on lipid peroxidation at rest and postexercise. *J. Appl. Physiol.* **74**(2), 965-969 (1993).
26. Sastre, J., Aseni, M., Gasco, E., Pallardo, F. V., Ferrero, J.A., Furukawa, T. and Vima, J. : Exhaustive physical exercise causes oxidation of glutathione status on blood prevention by antioxidant administration. *Am. J. Physiol.* **263**, 992-995 (1992).