

비타민 C 보충과 요가가 중년여성의 혈청 지질과산화물가 개선에 미치는 영향

강영수 · 이상호 · 백영호[†]

부산대학교 체육학과

The Effects of Vitamin C Supplementation and Yoga on the Improvement of Serum Lipid Peroxidation in Middle-aged Women

Yeong-Soo Kang, Sang-Ho Lee, and Yeong-Ho Baek[†]

Dept. of Physical Education, Busan National University, Busan 609-735, Korea

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of vitamin C supplementation and yoga practice on total antioxidant status (TEAC), lipid peroxidation, and blood lipid profiles of middle-aged women. Thirty two women (53.34±5.08 years old) in B city volunteered and the signed consents were received before the study. Experimental groups were normal (n=8), vitamin C intake group (n=8), yoga group (n=8), and vitamin C intake with yoga group (n=8). Total experimental period was 12 weeks. Yoga group practiced yoga 3 times a week for 12 weeks with intensity of RPE 13~15. Each practice was 60 minutes. Vt. C group was instructed to take 1 g of Vt. C every day after dinner meal. Changes in TEAC after 12 weeks were 28.23% for the normal group, 30% for Vt. C group, 26.58% for yoga group, and 43.66% for Vt. C with yoga group; the increases in TEAC among groups were not significantly different. Serum malondialdehyde (MDA) concentration of the normal group increased by 10% during 12 weeks of experiment while that for the Vt. C, yoga, and Vt. C with yoga group were significantly decreased by 25%, 32.14%, and 33.87%, respectively (p<0.05) compared with the normal group. Neither yoga, Vt. C supplementation nor combined program for 12 weeks were effective enough to change the serum lipid profiles compared with the normal group. In conclusion, Vitamin C supplementation or regular yoga practice seems to have health promoting effects of retarding the oxidative stress by decreasing lipid peroxidation in middle-aged woman.

Key words: vitamin C, yoga, total antioxidant status, lipid peroxidation, blood lipid profile

서 론

생체는 대사과정 중 또는 생체 내 다양한 산화효소에 의해 활성산소종 또는 활성질소종을 지속적으로 생성하는(1,2) 반면 이를 방어하는 항산화 효소계나 항산화물질 등의 방어 메커니즘이 존재하여 항상성을 유지하고 있다(3). 그러나 이러한 균형에 이상이 생기면 생체 내 산화적 스트레스가 발생하고 이로 인한 세포의 기능적 변화와 병리적 상태가 초래된다. 이러한 유리기에 의한 산화적 손상으로부터 스스로를 보호할 수 있는 기본적인 항산화 효소계가 체내에 잘 갖추어져 있으나, 그 미흡한 수준을 보완하고 이를 더욱 활성화시키기 위해서 비타민 C, E와 β -carotene의 항산화 영양소의 추가섭취 필요성도 강조되어 왔다(4). 혈중 총항산화능은 체내 항산화능을 판단할 수 있는 척도로 최근 연구에 많이 사용되고 있다. 총항산화능은 일반적으로 남자가 여자에 비해 높은 편이고, 가령에 따라 총항산화능이 감소되는 경향이다. 우리나라에서도 총항산화능과 관련하여 만성 심혈관계 질

환이나 당뇨병, 암 관련 환자를 대상으로 병의 진행과정 중에 나타나는 총항산화능의 변화나 면역력등과의 관련성 등을 분석한 연구들이 이루어져 왔으나(5-7) 대부분 환자를 대상으로 수행되었고, 일반 정상 성인을 대상으로 한 연구는 거의 이루어져 있지 않다.

규칙적이고 적당한 운동은 신체조직에 자연적인 자극을 주어 생리적 기능 저하 지연, 스트레스 해소, 혈압 상승 억제, 심장 부담 감소, 혈중지질 감소 및 동맥경화 방지 등의 다각적이고 긍정적인 효과를 나타내는 것으로 알려져 있어 호르몬 변화에 따른 생리적 변화를 경험하게 되는 중년층에게 규칙적인 운동을 권장하고 있다(8). 미국 스포츠의학회에서는 중년여성을 대상으로 규칙적인 운동프로그램을 실시하면 성인병의 위험요인인 고혈압, 비만, 콜레스테롤, 혈당 등을 개선시키고, 심혈관 기능을 향상시켜 관상동맥질환을 예방한다고 보고하였다(9). 그러나 건강증진을 위한 운동의 정도가 지나치게 되면 부상 등의 신체적인 부작용뿐만 아니라 산소를 많이 사용함에 의한 체내 산화적 스트레스의 증가

[†]Corresponding author. E-mail: yhpbaek@pusan.ac.kr
Phone: 82-51-510-2719, Fax: 82-51-515-1991

문제도 제기되고 있어, 최근에는 정신적, 육체적 수행을 동시에 할 수 있는 요가수련이 인기를 끌고 있다(10,11). 요가의 아사나는 다른 운동과 달리 급작스러운 수축작용 없이도 근육과 인대를 늘이고 부드럽게 이완시킴으로써 근육을 더 강하게 수축시킬 수 있는 원리에 기초한 수행법으로, 느린 움직임과 심호흡 동작은 유산소의 축적을 방지하면서 산소 공급을 증가시켜 조직과 기관의 순환을 활발하게 하여 혈행을 촉진시킨다고 알려져 있다(12). 본 연구에서는 중년여성을 대상으로 최근 웰빙 운동으로 각광을 받고 있는 요가의 건강 증진 효과를 알아보고, 요가를 수행하는 사람들에게 비타민 C를 섭취하게 함으로써 요가로 인해 발생할 수 있는 산화스트레스 개선 효과를 확인해 보고자 하였다.

연구 방법

연구대상

B광역시 H구에 거주하고 있는 중년여성 중, 건강 상태가 양호하며, 규칙적인 운동프로그램에 참가한 경험이 없고, 본 연구의 목적을 이해하고 참여에 동의한 32명을 대상으로 하였다. 참여자로부터 연구시작 전 실험 참여 동의서를 받았다.

실험군 및 방법

본 연구에서는 요가의 건강 증진 효과를 살펴보기 위한 요가군(yoga group), 혈중 항산화 수준을 증가시키기 위한 비타민 C 섭취군(Vt C group), 그리고 이 두 가지를 병행함으로써 혹시 요가에 의해 발생할 수 있는 산화스트레스를 개선시키는 효과를 확인하기 위한 비타민 C 섭취와 요가군(yoga + Vt C group), 그리고 이들의 효과를 비교하기 위한 정상군(normal group), 4군으로 나누었으며 피험자의 수는 각 8명씩이었다. 실험기간은 총 12주로 실험시작 전과 후에 혈액을 채취하였다.

요가 프로그램은 Niranjanananda의 내용을 참고하여 구성하였다(13). 즉 주 3회 12주간 동안 전문가의 지도하에 실시하였으며, 운동시간은 준비운동 10분, 본 운동 40분, 정리운동 10분으로 총 60분간 실시하였다. Table 1과 같이 초기 1~2주까지는 주관적 운동 강도(rating of perceived exercise; RPE) 9~11로 3~12주는 RPE 13~15로 실시하였다(14). 비타민 C는 1일 1 g(K제약, 서울) 저녁식사 20분 후에 섭취하도록 하였다. 정상군은 특별한 제한 없이 일상생활을

Table 1. Rating of perceived exertion scale

RPE scale	RPE scale
6	13 somewhat hard
7 very, very light	14
8	15 hard
9 very light	16
10	17 very hard
11 fairly light	18
12	19 very, very hard

유지하도록 하였다. 모든 참여자에게 실험기간 중 식이 변화가 일어나지 않도록 평상시 식이를 유지할 수 있도록 교육을 하였다.

혈액채취

실험 전(0주)과 12주에 12시간 공복 후 피험자의 전완 정맥에서 혈액을 채취하였다. 채혈 즉시 2,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 혈청을 구하여 -70°C에서 보관하면서 실험에 이용하였다.

총항산화능(total antioxidant status, TAS)

ABTS kits(Randox Laboratories Ltd., Crumlin Co., Autrim, UK)를 사용하여 총항산화능을 측정하였다. 즉 ABTS(2,2'-amino-di[3-ethylbenzthiazole sulfonate])용액에 peroxidase(metmyoglobin)와 H₂O₂를 첨가하여 배양하여 ABTS 양이온을 형성시켰다. ABTS 양이온의 형성은 배양액의 흡광도가 600 nm에서 일정하게 나타나는 것으로 확인하였다. 혈액중의 항산화물질의 양에 비례하여 발색정도가 억제된다. 항산화 활성은 mmol/L로 표시하였다.

지질과산화 물가

MDA의 분석은 Oxis사(미국)의 BIOXTECHLPO-586 kit을 사용하여 sample 및 sample blank에 200 µL씩 검체를 분주하고 reagent blank에 증류수(D.W) 200 µL를 분주한 후 0.5 M butylated hydroxytoluene을 10 µL씩 sample, standard, reagent blank에 분주하고 희석된 R1 reagent을 650 µL을 sample, standard, reagent blank에 각각 분주한 후 혼합하여 36% HCL 150 µL을 넣고 tube의 마개를 닫은 후 45°C에서 60분간 배양하였다. 배양액을 ice bath에서 식인 후 2,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻은 상층액의 흡광도를 586 nm에서 측정하였다.

혈중지질 농도

중성지방질, 총콜레스테롤, HDL-C, LDL-C 농도는 혈액 자동분석기(HITACHI 7600-210 & HITACHI 7180, Japan)에서 분석하였다.

통계처리

모든 결과는 평균값 및 표준편차로 나타내었다. 요가 및 Vt C 섭취의 효과를 살펴보기 위하여 12주째의 결과로부터 0주째의 결과를 뺀 변화 값을 이용하여 one-way ANOVA를 실시한 다음 Duncan's multiple range test로 유의수준 α=0.05에서 사후검증을 실시하였다.

결과 및 고찰

피험자의 특성

피험자의 일반적 특성: 본 연구에 참여한 피험자의 나이 및 신체적 특성(Table 2)을 살펴보면 나이의 평균은 53.34

Table 2. Demographic characteristics of subjects

	Ages (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI (kg/m ²)
Normal (n=8)	51.0±7.15 ^{NS}	157.5±5.95 ^{NS}	54.4±5.02 ^{NS}	21.9±1.21 ^{NS}
Vt C (n=8)	54.6±4.63	157.8±5.11	57.4±4.37	23.0±1.27
Yoga (n=8)	55.1±3.52	161.6±3.58	61.8±6.79	23.6±2.31
Vt C+yoga (n=8)	52.6±4.14	157.3±4.24	56.4±7.12	22.7±2.59

Values are mean±SD. NS: not significant.

±5.08세이며 신장은 158.59±4.90 cm이며 체중은 57.71±6.27 kg이고, BMI는 22.84±1.95 kg/m²이었고 4군간 유의적 차이는 없었다. 정상군의 나이 및 BMI가 다른 군에 비해 다소 낮은 것으로 나타났으나 그 차이는 유의적이지 않았다.

항산화능 및 지질특성: 총항산화능은 0.70~0.85 mmol/L로 군간 유의적 차이는 없었다. 지질과산화는 0.40~0.68 μmol/L로 정상군과 비타민 C 섭취군 간에 유의적인 차이가 있었다. 이러한 결과는 피험자의 연령이 normal 군에서 다소 낮았기 때문으로 생각된다. 총 콜레스테롤 농도(total cholesterol, TC)는 194.3~202.3 mg/dL로 군간 유의적인 차이는 없었으나 본 실험에 참여한 중년 여성의 콜레스테롤 농도는 경계수준에 있었다. 중성지방(triglyceride, TG) 농도는 88.8~116.7 mg/dL로 Vt C군의 중성지질 농도가 다소 낮았으나 군간 유의한 차이는 없었다. HDL-C는 58.0~64.3 mg/dL로 피험자의 HDL-C 농도는 높은 편이었으나 군간 유의적인 차이는 없었다. LDL-C는 115.5~129.1 mg/dL로 Vt C군 경계수준에 가까게 높았으나 yoga군은 낮은 편이었다. 그러나 LDL-C 농도는 군간 유의한 차이가 없었다 (Table 3).

12주간 비타민 C 섭취 및 요가가 피험자의 항산화능 및 지질농도 개선에 미치는 영향

항산화능 변화: 12주간 프로그램에 참여한 피험자의 혈청 항산화능을 참여 전과 비교해 보았을 때, 비타민 C 섭취군 30%, 요가군은 26.58%, 그리고 비타민 C 섭취와 요가군은 43.66% 항산화능이 증가하였다(Table 4). 그러나 정상군 역시 12주 후 총항산화능이 28.23% 증가하여 각 실험군 간에 유의적인 차이가 발견되지 않았다. 항산화제란 산소유리기 및 활성산소종의 생성을 방지하거나, 그 활성도를 경감시키거나 손상된 조직을 복원하거나 혹은 다른 항산화제의 기능을 높이는 물질을 총칭하는 의미로 쓰인다. 항산화능 검사는

Table 3. The baseline values of the subjects

Group	Variables	TAS (mmol/L)	MDA (μmol/L)	Blood lipid profile (mg/dL)			
				T-C	TG	HDL-C	LDL-C
Normal (n=8)		0.85±0.12 ^{NS}	0.40±0.08 ^b	202.3±49.08 ^{NS}	113.2±62.69 ^{NS}	64.3±11.38 ^{NS}	122.2±40.82 ^{NS}
Vitamin C (n=8)		0.70±0.12	0.68±0.16 ^a	210.0±41.97	108.2±38.99	61.8±8.85	129.1±35.38
Yoga (n=8)		0.79±0.12	0.56±0.15 ^{ab}	194.3±42.39	116.7±83.35	58.0±16.35	115.5±35.71
Vitamin C+yoga (n=8)		0.71±0.22	0.62±0.22 ^{ab}	197.0±26.15	88.8±32.73	63.6±7.25	120.7±19.32

Values are mean±SD. NS: not significant.

^{ab}Data are significantly different analyzed with one-way Anova followed by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Table 4. Change in antioxidant status of the subjects who participated in the 12-week program (% change)

Group	Variables	
	TAS	MDA
Normal (n=8)	28.23±5.5 ^{NS}	10±0.6 ^b
Vitamin C (n=8)	30±7.1	-25±0.7 ^a
Yoga (n=8)	26.58±0.8	-32.14±0.9 ^a
Vitamin C+yoga (n=8)	43.66±0.4	-33.87±0.8 ^a

Values are mean±SD. NS: not significant.

^{ab}Data are significantly different analyzed with one-way Anova followed by Duncan's multiple range test (p<0.05).

식이나 영양 강화를 통한 항산화 영양소의 섭취정도를 반영하고 생체 내 이용정도를 나타내주며, 개체내의 산화 스트레스, 나쁜 습관, 흡연 및 여러 질환과 관련된 소모량을 나타낸다(15). 비타민 C는 노화와 질병 및 운동수행력 저하의 원인이 되는 산화적 스트레스를 억제하는 항산화 효과가 있다고 잘 알려진 항산화제이다(16-18). 운동훈련에 적응되지 않은 일반대학생을 대상으로 4주 동안의 비타민 C와 E의 복합투여는 일회성 운동 시에 산화적 스트레스 지표인 활성산소유리기를 감소시키고 총항산화능을 증가시켰다(19)고 보고하였으나 본 연구에서는 그러한 결과를 관찰할 수 없었다. 본 연구에서 이러한 Vt C의 효과를 살펴볼 수 없었던 것은 피험자의 수가 적고 실험에서 정상군의 식이를 통제하지 못하였기 때문이 아닌가 생각된다.

지질과산화 물가 변화: 12주 후 정상군의 지질과산화물가는 10% 증가하였으나, 프로그램에 참여한 군은 지질과산화물가가 실험 전에 비해 유의적으로 낮아졌으며, 정상군에 비해서도 유의적으로 낮아졌다. 즉, 비타민 C 섭취군의 지질과산화물가는 실험 시작 전에 비해 25%가 낮아졌으며, 요가군은 32.14%, 그리고 비타민 C 섭취와 요가를 병행한 군은 33.87%가 낮아졌다. 이러한 지질과산화물가의 변화는 요가군이 비타민 C 섭취군에 비해 더 효과적이었으나 유의적인 차이는 없었다. 그리고 요가와 비타민 C 섭취를 병행한 군에 있어서도 비타민 C 섭취에 따른 상승효과는 관찰되지 않았다. 본 연구 결과는 16주간 요가운동을 실시하였을 때 16주 후에 지질과산화물가가 감소하였다는 보고(20)와 유사한 결과이다. 중년여성을 대상으로 운동 강도를 달리하여 16주간 유산소운동을 시켰을 때 최대심박수의 50~60%의 운동 강도에서 MDA를 유의하게 감소시켰다고 보고하여 건강증진을 위한 운동도 고강도의 운동은 문제가 있음을 알 수 있었

Table 5. Change in blood lipid profile of the subjects who participated in the 12-week program (% change)

Group	Variables			
	T-C	TG	HDL-C	LDL-C
Normal (n=8)	5.48±0.7 ^{NS}	-10.60±0.3 ^{NS}	2.79±0.4 ^{NS}	-8.18±0.6 ^{NS}
Vitamin C (n=8)	2.47±0.5	-7.30±1.3	3.72±0.7	3.79±0.4
Yoga (n=8)	-5.81±0.6	-17.99±0.7	-8.10±0.5	-4.15±0.5
Vitamin C +yoga (n=8)	-6.04±0.3	21.62±2.5	-5.5±0.5	-9.11±0.5

Values are mean±SD. NS: not significant.

다. 고강도 운동은 근육에서 산소 이용률이 증가하기 때문에 동맥벽이 전체적으로 저 산소 상태가 되면 전자수용체로서의 산소가 부족하고 쌍을 이루지 못한 전자가 생겨 활성산소가 조직 내에 증가하기 때문에 운동 강도는 체내 유리기 생성과 직접적인 관계가 있는 것으로 알려져 있고, 이러한 사실은 중년여성을 대상으로 운동 강도를 달리하여 16주간 유산소운동을 시켰을 때 최대심박수의 50~60%의 운동 강도에서 지질과산화물가를 유의적으로 감소시킬 수 있었다는 보고(21)로 확인되어 건강증진을 위한 운동의 종류와 강도가 중요함을 알 수 있었다.

지질농도 변화: 12주간 프로그램에 의한 혈중지질 개선에 대한 결과는 Table 5와 같다. 비타민 C 섭취군은 TC 농도가 2.47% 증가, TG는 -7.30% 감소, HDL-C는 3.72%가 증가, LDL-C는 3.79%가 증가하여 총콜레스테롤 및 LDL-C의 농도가 증가하는 것으로 나타나 비타민 C 섭취와 지질농도 개선과는 아무런 상관이 없는 것으로 나타났다. 요가군의 12주 후 혈장 지질의 변화는 TC -5.81%, TG -17.99%, HDL-C -8.10%, LDL-C는 -4.15%가 감소하여 모든 지질 농도가 감소하였다. 특히 중성지방의 변화가 현저하여 요가에 의한 지질개선효과가 관찰되었으나 유의적이지는 않았다. 비타민 C 섭취와 요가를 병행한 군의 변화는 TC -6.04%, TG 21.62%, HDL-C는 -5.5%, LDL-C -9.11%였다. 정상군의 경우 총콜레스테롤 농도 변화는 12주 후 TC -5.48%, TG -10.60%, HDL-C 2.79%, LDL-C는 -8.18%이었다. 프로그램 참여군과 정상군과의 변화를 비교해 보았을 때 유의적인 차이가 없어 요가, Vt C 섭취, 또는 이를 병행한 군의 지질개선효과를 관찰할 수 없었다. 이러한 본 연구의 결과는 실험에 참여한 피험자의 수가 충분하지 않았기 때문으로 생각된다. 규칙적인 유산소운동은 총콜레스테롤뿐만 아니라 TG와 LDL-C를 감소시키고 HDL-C를 증가시킨다는(22) 운동의 장점에 대한 연구결과가 보고되고 있는데 반해 중년여성을 대상으로 걷기운동을 실시한 결과, 운동 후 HDL-C의 농도가 유의하게 감소하였다는 보고(23)와 40~60대 중년여성을 대상으로 단전호흡 운동프로그램을 실시한 결과, 운동군은 대조군보다 TC, LDL-C은 감소하였으나 TG은 감소하지 않았고 HDL-C는 변화를 나타내지 않았다(24)는 연구 결과 및 폐경 후 여성을 대상으로 최대산소섭취량의 60%의 운동 강도로 6개월간 주당 3회 및 5회의 걷기운동을 실시한 결과 주 3회 운동에서는 HDL-C는 변화되지 않았다는 연구 결과

(25) 등 운동과 지질개선 효과에 대한 상반된 결과가 보고되고 있고, 이는 연구를 수행하는 디자인에 차이가 있기 때문으로 생각되어진다.

요 약

비타민 C 섭취 및 요가가 중년 여성의 총항산화능, 지질과산화 및 혈중지질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 B광역시 H구에 거주하는 중년여성을 대상으로 12주간 실험을 실시하였다. 요가 프로그램은 주 3회, 1일 60분, 운동 강도 RPE 13~15로 실시하였다. 비타민 C는 1일 1 g을 섭취시켰다. 12주 후 총항산화능의 변화는 정상군 28.23%, 비타민 C군 30%, 요가군 26.58%, 비타민 C 섭취와 요가군은 43.66%가 증가하였으나 군간 유의적인 차이가 없었다. 지질과산화물가의 변화는 정상군 10%, 비타민 C군 -25%, 요가군은 -32.14%, 비타민 C 섭취와 요가군은 -33.87%로 정상군에 비해 프로그램군이 유의적으로 감소하였으나 프로그램군간의 유의적인 차이는 없었다. 혈중지질농도 변화는 모든 군에서 유의적인 차이가 없어 요가 또는 비타민 C 섭취에 따른 지질개선효과를 관찰할 수 없었다. 이상의 결과를 통해 중년여성에게 비타민 C 섭취나 규칙적인 요가 프로그램은 지질과산화물가를 낮춤으로써 체내 산화적 스트레스를 개선하는 효과가 있는 것으로 생각된다.

감사의 글

이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었습니다.

문 헌

1. Ji LL. 1999. Antioxidants and oxidative stress in exercise. *Proc Soc Exp Bio Med* 222: 283-292.
2. Spirduso WW. 1995. *Physical Dimensions of Aging*. Human Kinetics, Champaign, IL.
3. Bounoua G, Molson JH. 2003. The antioxidant system. *Anticancer Res* 23: 1411-1415.
4. Kim HY. 2000. Effect of vitamin E supplementation of oxidative stress of sportsmen. *Food Industry and Nutrition* 5: 30-36.
5. Jang YJ, Song KE, Park YH, Choi YS, Lee NH. 2001. The total antioxidant capacity according to diet and life style

- in patients with chronic cardiovascular disease. *J Med Res Inst* 19: 504-509.
6. Hwang SH, Lee GS, Jin SI, M WG, Lee GU, Hong SG. 1999. Correlation between total antioxidant status, lipid peroxidation and neutrophil function in diabetic patients. *Korean J Clin Pathol* 19: 190-195.
 7. Jeon CH, Lee EH, Lee HI. 1998. Blood total antioxidant capacity in patients with stomach and colorectal cancer. *Korean J Clin Pathol* 18: 151-155.
 8. Park GS. 1995. The effect of exercise and hormone replacement therapy on physical fitness, body composition, blood composition, and bone density in early postmenopausal women. *PhD Dissertation*. Seoul National University.
 9. ACSM (American College of Sports Medicine). 1998. *Guidelines for exercise testing and prescriptio*. Williams & Wilkins.
 10. Choi KS. 2006. The effect of 12 weeks the Hatha yoga program for peak torque of woman in the menopause. *Korea Sport Research* 17: 537-546.
 11. Lee JN. 1995. A study on yogic discipline: a comparative study on the disciplines of classic yoga and Hatha yoga. *PhD Dissertation*. Seoul National University.
 12. Vivekananda Kendra Yoga Research Foundation. 2003. *Medical treatment yoga for a disease*. Academy-book.
 13. Niranjanananda SW. 2002. *Asana Pranayama Mudra Bandha*. Yoga Publication Trust, India.
 14. Borg GAV, Noble BJ. 1974. Perceived exertion. *Exerc Sport Sci Rev* 2: 131-153.
 15. Ferrari R. 1994. Oxygen-free radicals of myocardial level: effects of ischaemia and reperfusion. In *Free Radicals in Diagnostic Medicine*. Armstrong D, ed. Plenum Press, New York. p 99-107.
 16. Asha DS, Prathima S, Subramanyam MV. 2003. Dietary vitamin E and physical exercise: II. Antioxidant status and lipofuscin-like substances in aging rat heart. *Exp Gerontol* 38: 291-297.
 17. McCall MR, Frei B. 1999. Can antioxidant vitamins materially reduce oxidative damage in humans. *Free Radic Biol Med* 26: 1034-1053.
 18. Ratnam DV, Ankola DD, Bhardwaj V, Sahana DK, Kumar MN. 2006. Role of antioxidant in prophylactic and therapy: A pharmaceutical perspective. *J Control Release* 113: 189-207.
 19. Kim JG, Shin YO, No SG. 2007. Effects of vitamin C & E supplementation on plasma free radical, total antioxidant capacity, and C-reactive protein after acute aerobic exercise. *Official J Korean Soc Exerc Physiol* 16: 243-252.
 20. Park IB, Kang SH, Y NH. 2007. The effects of long term aerobic exercise on blood antioxidant enzymes, and lipid peroxidation in middle aged women. *J Korea Sport Res* 18: 461-470.
 21. Park HS. 2006. Effect of yoga exercise on the activity of antioxidation enzyme, lipid peroxidation, physical fitness and pulmonary function of women. *PhD Dissertation*. Chonnam National University.
 22. Ham YG. 2003. Effect of 12 weeks swimming training on body composition and physical fitness in obese middle aged women. *J Korea Sport Res* 14: 2179-2188.
 23. Lee JI. 2004. Effects of walking exercise intensity on fatigue, serum lipid and immune function among middle-aged women. *PhD Dissertation*. Ewha National University.
 24. Hyeon KS. 2003. The effects of the Danjeon breathing exercise program on % body fat and levels of serum lipid of women in midlife. *Korean Nurse* 29: 118-126.
 25. Ready AE, Naimark B, Ducas J, Sawatzky JV, Boreskie SL, Drinkwater DT, Oosterveen S. 1996. Influence of walking volume on health benefits in women post-menopause. *Med Sci Sports Exer* 28: 1097-1105.

(2008년 11월 25일 접수; 2009년 1월 8일 채택)