

남성 근로자의 혈중 항산화 영양소 상태와 대사증후군 인자와의 관계

조상운 · 백윤미 · 강지연 · 박유경^{*,**} · †최태인

한국수력원자력(주)방사선보건연구원, *경희대학교 동서의학대학원 의학영양학과
**경희대학교 임상영양연구소

The Relationship Between Plasma Antioxidant Levels and Metabolic Syndrome Risk Factors in Male Workers

Sang-Woon Cho, Yun-Mi Paek, Ji-Yeon Kang, Yoo-Kyoung Park^{*,**} and †Tae-In Choi

Radiation Health Research Institute, Korea Hydro & Nuclear Power Co., Ltd, Seoul 132-703, Korea

^{*}Dept. of Medical Nutrition, Graduate School of East-West Medical Science, Kyung Hee University, Yongin 446-701, Korea

^{**}Research Institute of Clinical Nutrition, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

Abstract

The principal objective of this study was to evaluate the association between plasma antioxidant levels and metabolic syndrome in male workers, and to provide basic information regarding the control and prevention of metabolic syndrome. We analyzed 163 male workers who had participated in annual medical examinations from January to December 2007. The subjects were classified into normal and metabolic syndrome groups according to the NCEP-ATP III criteria and the Asia-Pacific criteria for waist circumference. Anthropometric parameters, lifestyles, blood lipid profiles, and antioxidant levels were evaluated. As compared to the normal group, the metabolic syndrome group evidenced significantly higher plasma levels of α -tocopherol($p<0.05$) and retinol($p<0.05$), but significantly lower plasma levels of lycopene($p<0.05$) and β -carotene($p<0.05$). This tendency was found to be predominantly attributable to increases in the number of metabolic syndrome components. In our simple regression analysis, higher plasma levels of α -tocopherol($\beta=0.001$, $p<0.01$) and retinol($\beta=0.021$, $p<0.001$) were associated with significantly higher risks of metabolic syndrome, but lycopene($\beta=-1.499$, $p<0.01$) and β -carotene($\beta=-0.048$, $p<0.01$) were associated with significantly lower risks of metabolic syndrome. Retinol($\beta=0.013$, $p<0.05$) and β -carotene($\beta=-0.044$, $p<0.01$) were associated significantly with metabolic syndrome, when adjusted for age and BMI. These data indicate that the plasma levels of α -tocopherol, retinol, lycopene, and β -carotene are associated with metabolic syndrome. Specifically, low lycopene and β -carotene levels in the plasma appear to increase the risk of metabolic syndrome. Therefore, proper nutritional education programs for male workers are required to increase dietary intakes of antioxidant vitamins. Further studies will be necessary to determine whether antioxidant levels can be utilized as a predictive or a preventive factor.

Key words: antioxidant levels, metabolic syndrome, male worker, risk factors.

서론

인구의 고령화 추세 및 생활양식의 변화에 따라 전 세계적으로 대사증후군은 주요한 질환으로 부각되고 있다. 대사증

후군은 과거 인슐린 저항성 증후군(insulin resistance syndrome)이라 불리던 것으로 복부 비만, 고혈당, 이상지질과 고혈압과 같은 심혈관계 위험인자가 한꺼번에 나타나는 것을 말하며, 대사증후군이 있는 경우 당뇨병과 심혈관계 질환의 위험이

[†] Corresponding author: Tae-In Choi, Radiation Health Research Institute, Korea Hydro & Nuclear Power Co., Ltd, 388-1 Ssangmoon-dong, Dobong-gu, Seoul 132-703, Korea. Tel: +82-2-3499-6651, Fax: +82-2-3499-6622, E-mail: choimd@khnp.co.kr

높다(Isomaa 등 2002; Lakka 등 2002).

대사증후군은 1998년 세계보건기구에서 처음으로 진단 기준을 발표한 후 2001년 미국 국가 콜레스테롤 교육 프로그램(National Cholesterol Education Program's Adult Treatment Panel III, NCEP-ATP III)에서 새롭게 수정 보완되어 허리둘레, 혈압, 혈당, 중성지방, HDL-콜레스테롤의 다섯 가지 위험요소 중 3개 이상이 존재하는 경우를 대사증후군으로 정의하고 있다. NCEP-ATP III 기준에 따른 대사증후군의 유병률은 미국의 경우 The Third National Health and Nutrition Examination Survey(NHANES III)에서 23.7%(남자 24.0%, 여자 23.7%)로 보고하였고(Fored 등 2002), 우리나라의 경우 같은 기준을 적용하였을 때 남자 14.2%, 여자 17.7%로 보고하였다(Park 등 2004). 하지만 동양인에서의 복부 비만 기준인 남자 > 90 cm, 여자 > 80 cm를 적용하였을 때, 2005년 국민건강영양조사에서 30세 이상 대상자의 대사증후군 유병률은 32.3%(남자 32.9%, 여자 31.8%)로 미국의 유병률보다 높았다(Ministry of Health and Welfare 2005).

대사증후군은 유전적인 인자와 비만, 육체적 비활동, 식이 섭취와 같은 환경적인 인자들에 의해 영향을 받는데 그 발생 기전은 아직 뚜렷하지 않다(Hong 등 1997). 최근 식생활에 대한 관심이 높아지면서 식이와 대사증후군과의 연관성에 관한 많은 연구들이 이루어지고 있지만 대사증후군 발생에 있어 식이의 역할은 아직도 명확하게 밝혀지지 못하고 있는 실정이다(Lutsey 등 2008). 또한, 대부분의 연구들은 주로 서양에서 이루어진 연구들로 한국인을 대상으로 항산화 비타민에 초점을 맞춘 연구는 부족한 실정이다. 대사증후군과 항산화 비타민에 대한 연구는 그리 많지 않지만 대사증후군과 관련된 고혈압, 당뇨병, 심혈관 질환에 영향을 주는 항산화 비타민으로 비타민 C, α -tocopherol, β -carotene 등이 연구되었으며, 이러한 비타민이 낮은 경우 산화 스트레스와 관상동맥 질환이 증가하는 것과 관련이 있는 것으로 알려지고 있다(Han & Choi 2006). 그 외에도 항산화 비타민은 암 예방 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 녹황색 야채나 과일에 함유된 β -carotene이나 lycopene이 강력한 항산화 작용과 유해산소의 제거 효과 등을 통해 암 예방 효과와 관련이 있다고 보고 되었으며, 비타민 A 및 비타민 E의 섭취와 암 유발의 상관관계에 대한 연구에서도 이러한 비타민의 섭취와 혈중 수준이 낮을수록 암 발생률이 증가한다고 보고되었다(Lee 등 1985; Rohan 등 1988; Zhang 등 1999; Kim DJ 2003).

국내의 항산화 영양소와 관련된 연구는 흡연자(Kang & Park 2000), 운동선수(Kim 등 1999), 폐경기 여성(Kim 등 2007), 일부 심혈관계 환자(Yoon 등 2007) 등을 대상으로 수행되었고, 대사증후군 집단을 대상으로 한 항산화 비타민의 영양상태 평가에 대한 연구는 아직까지 미흡한 실정이다. 항산화 비타

민의 혈중 농도는 식이나 영양보충제를 통한 항산화 영양소의 섭취량을 반영할 뿐만 아니라 생체 내 이용 정도, 생활습관 및 질환과 관련된 소모량까지도 반영하므로 비교적 결정적인 지표로 사용될 수 있다고 보고된 바 있어, 대사증후군 대상자에 대한 혈중 항산화 비타민 연구는 꼭 필요할 것으로 사료된다(Lee 등 2005). 우리나라의 경우 건강 증진 프로그램의 확산에도 불구하고 대사증후군의 유병률이 감소되지 않고 있다는 점을 생각할 때, 대사증후군 대상자에 대한 항산화 영양소의 임상 영양 연구는 중요한 의미를 갖는다고 하겠다. 본 연구의 목적은 혈중 항산화 영양소 상태와 대사증후군의 관계를 살펴 항산화 영양 연구의 참고자료로 삼고자 시도되었으며, 더 나아가 한국인 근로자에서 대사증후군을 예방할 수 있는 관리 전략을 수립하는데 기여하고자 한다.

연구방법

1. 연구대상

2007년 건강진단을 받은 직장 남성 근로자 163명을 대상으로 하였으며, 연구대상자는 본 연구의 취지를 이해하고 동의한 사람으로 서울아산병원 임상연구심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 심의를 거쳐 진행되었다. NCEP-ATP III 기준(Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program, 2001)에 근거하였고, 이 중 허리둘레는 2000년 아시아-태평양 지역기준(Asia-Pacific criteria for abdominal obesity based on waist circumference, APC-WC)를 적용하여 다음 위험요인들 중 3가지 이상을 만족할 경우에 대사증후군으로 진단하였다.

- 1) 허리둘레: 남자 > 90 cm, 여자 > 80 cm
- 2) 중성지방: ≥ 150 mg/dl
- 3) HDL-콜레스테롤: 남자 < 40 mg/dl, 여자 < 50 mg/dl
- 4) 혈압: $\geq 130/ \geq 85$ mmHg
- 5) 공복 시 혈당: ≥ 110 mg/dl

2. 연구 내용 및 방법

일반적 사항(나이, 교육 정도, 결혼 여부), 생활습관(흡연, 음주, 운동 상태 및 수면 시간) 조사는 설문지를 통해 이루어졌다. 작성 내용에 대하여 전문적으로 교육받은 조사자가 검토하는 방식을 취했으며, 비타민 보충제를 섭취하고 있는 경우 대상자에서 제외하였다.

대상자 모두에서 신장 및 체중을 측정하였고, 그에 의한 BMI(체질량지수)를 산출하였다. 비만지표별 측정방법은 신장 및 체중은 가벼운 옷차림으로 자동신장측정기(HWS-200, Korea)로 측정하였고, BMI는 체중/신장²(kg/m²)의 공식을 이

용하여 계산하였다.

혈압은 10분 이상 안정 상태를 취한 앉은 상태에서 간호사가 수은혈압계(Sphygmomanometer)로 측정하였고, “Korotokoff phase I”을 수축기압으로 하였고, “Korotokoff phase V”를 이완기압으로 하여 기록하였다. 혈액 채취는 8시간 이상 공복 상태에서 혈액을 채취하여 생화학분석기 Intergra 800(Roche. Diagnostics, Mannheim, Germany)을 이용하여 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지방, 공복 혈당 및 요산을 분석하였다.

항산화 비타민(γ -tocopherol, α -tocopherol, retinol, zeaxanthin+lutein, lycopene, β -carotene) 분석은 국립 암센터 발암원 연구과에 분석을 의뢰하였다. 10 ml의 tube에 200 μ l의 혈장 또는 표준용액(External standard)을 넣고 chloroform: methanol(2:1, v/v) 3 ml를 첨가하고, 각각의 internal standard를 200 μ l씩 가한 후 1분간 잘 섞어 500 μ l 0.9% NaCl 용액을 첨가하여 혼합액을 잘 섞은 후 2,500 rpm, 4°C로 10분간 원심분리 하였다. 원심분리 후 하층액(chloroform 층)만을 취하여 새 tube에 옮겼다. 옮긴 용액을 질소가스로 말린 후 남겨진 상층액에 1.5 ml의 hexane을 가하여 1분간 잘 섞고 2,500 rpm, 4°C로 10분간 원심분리 하였다. 그 다음 상층액(hexane 층)만 취하여 chloroform 층을 취하여 tube에 옮겨 넣은 후 다시 질소가스로 말렸고, 그 후에 이동상 A 용액 400 μ l를 가하여 녹인 후 0.45 μ m syringe filter로 여과하여 HPLC에 100 μ l를 주입하여 분석하였다.

3. 통계분석

모든 자료 분석은 SPSS program(ver. 14.0)을 이용하여 통계 처리하였으며, 평균, 표준편차, 백분율 등의 기술통계량을 구하여 전반적인 경향을 파악하였다. 정상군과 대사증후군간의 임상적 생화학적 수치 및 대사증후군 위험요인별 항산화 영양소 상태는 *t*-test를 사용하였다. 대사증후군 위험요인 수에 따른 정상 집단과 대사증후군 집단 간의 혈중 항산화 영양소 상태는 One-way ANOVA를 실시하였으며, 사후 분석은 Duncan으로 검증하였다. 혈중 항산화 영양소 상태가 대사증후군 위험에 미치는 정도를 알아보기 위해 linear regression (simple, multiple)을 실시하였으며, 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 로 하였다.

결 과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구의 대상자는 모두 163명으로 평균 연령은 45.89 \pm 8.24세이고, 40대와 50대 이상이 각각 61명(37.4%)으로 가장 높은 비율을 차지하였고, 대상자의 평균 BMI는 24.63 \pm 2.75 kg/m²이었다. 대상자의 교육 수준은 대학교 졸업이 66명

(40.5%)으로 가장 많았으며, 대학원 이상도 11명(6.7%)으로 나타났다. 연구 대상자의 132명(81.0%)이 기혼자였으며, 59명(36.2%)이 흡연을 하고 있었고, 음주자는 140명(85.9%)이었다. 하루 30분 이상 1~2회 운동하는 군이 61명(37.4%), 3회 이상 운동하는 군이 73명(44.8%)으로 나타났다. 하루 8시간 미만 수면을 취하는 집단은 122명(74.8%), 8시간 이상 수면을 취하는 집단은 41명(25.2%)이었으며, 대사증후군의 유병률은 26명(16.0%)이었다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects

Variables	N(%)
Age(years)	
20~29	4(2.5) ¹⁾
30~39	37(22.7)
40~49	61(37.4)
\geq 50	61(37.4)
Age(years)	45.89 \pm 8.24 ²⁾
Body mass index(kg/m ²)	24.63 \pm 2.75
Education	
\leq High school	59(36.2)
College	27(16.6)
University	66(40.5)
\geq Graduate school	11(6.7)
Marital status	
Unmarried	15(9.2)
Married	132(81.0)
Others	16(9.8)
Smoking(\geq 20 pack)	
No	104(63.8)
Yes	59(36.2)
Alcohol	
No	23(14.1)
Yes	140(85.9)
Exercise (\geq 30 min/day)	
No	29(17.8)
1~2 times	61(37.4)
\geq 3 times	73(44.8)
Sleeping time(day)	
<8 hours	122(74.8)
\geq 8 hours	41(25.2)
Metabolic syndrome	
No	137(84.0)
Yes	26(16.0)

¹⁾ Number(%), ²⁾ Mean \pm S.D.

2. 연구 대상자의 임상적 특징

대사증후군 유무에 따른 임상적 특징은 Table 2와 같다. BMI($p<0.001$)는 정상 집단 24.10 ± 2.47 kg/m², 대사증후군 집단 27.40 ± 2.52 kg/m²이었고, 허리둘레($p<0.001$)는 정상 집단이 81.60 ± 7.70 cm, 대사증후군 집단이 93.13 ± 8.03 cm로 대사증후군 집단이 유의하게 높았다. 수축기 혈압($p<0.001$)은 정상 집단에서 117.13 ± 9.87 mmHg, 대사증후군 집단에서는 127.12 ± 11.33 mmHg로 나타났고, 이완기 혈압($p<0.001$)은 정상 집단에서 77.07 ± 7.08 mmHg, 대사증후군 집단에서는 83.35 ± 8.37 mmHg로 대사증후군 집단에서 유의하게 높았다. LDL-콜레스테롤($p<0.05$)은 정상 집단이 111.11 ± 24.63 mg/dl, 대사증후군 집단이 124.73 ± 24.08 mg/dl로 대사증후군 집단에서 유의적으로 높았다. HDL-콜레스테롤($p<0.001$)은 정상 집단이 55.01 ± 10.83 mg/dl, 대사증후군이 43.97 ± 9.43 mg/dl로 대사증후군 집단이 유의하게 낮았으며, 중성지방($p<0.001$)은 정상 집단에서 125.65 ± 66.56 mg/dl, 대사증후군 집단에서 226.98 ± 76.06 mg/dl로 대사증후군 집단이 유의하게 높았다. 공복 시 혈당($p<0.001$)은 정상 집단이 104.69 ± 12.70 mg/dl, 대사증후군 집단이 125.19 ± 40.43 mg/dl로 대사증후군 집단이 유의하게 높았다.

3. 혈중 항산화 영양소 상태

대사증후군 집단과 정상 집단의 혈중 항산화 영양소 농도는 Table 2에 나타나 있다. 대사증후군 집단에서 α -tocopherol

($p<0.05$)은 1315.68 ± 413.12 μ g/dl로 정상 집단 1153.34 ± 311.64 μ g/dl보다 유의적으로 높았으며, γ -tocopherol과 zeaxanthin+lutein은 두 집단간에 유의적인 차이는 없었다. Retinol($p<0.05$)은 대사증후군 집단이 76.09 ± 19.35 μ g/dl, 정상 집단이 68.29 ± 17.44 μ g/dl로 대사증후군 집단이 유의적으로 높았으며, lycopene($p<0.05$)은 대사증후군 집단이 0.35 ± 0.21 μ g/dl, 정상 집단이 0.45 ± 0.18 μ g/dl로 대사증후군 집단이 유의하게 낮게 나타났다. β -carotene($p<0.05$)은 대사증후군 집단이 8.64 ± 4.05 μ g/dl, 정상 집단이 11.93 ± 6.68 μ g/dl로 대사증후군 집단이 유의적으로 낮았다.

4. 대사증후군 위험요인 수에 따른 혈중 항산화 영양소 상태

대사증후군 각 위험요인의 수에 따라 위험요인이 0개, 1~2개, 3개 이상인 군으로 나누어 혈중 항산화 영양소 상태를 비교하였다(Table 3). 대사증후군 위험요인이 3개 이상인 군은 대사증후군 위험요인이 0개인 군에 비해 혈중 α -tocopherol($p<0.05$)과 retinol($p<0.001$)의 농도는 유의적으로 높고, 혈중 lycopene($p<0.05$)과 β -carotene($p<0.05$)의 농도는 유의적으로 낮았다.

5. 대사증후군 위험요인과 혈중 항산화 영양소 농도와의 관련성

대사증후군의 위험요인과 혈중 항산화 영양소 농도와의

Table 2. Clinical characteristics and plasma antioxidant levels of subjects

Variables	Normal(n=137)	Metabolic syndrome(n=26)	<i>p</i> -value ¹⁾
Body mass index(kg/m ²)	24.10± 2.47 ²⁾	27.40± 2.52	<0.001
Waist circumference(cm)	81.60± 7.70	93.13± 8.03	<0.001
Systolic blood pressure(mmHg)	117.13± 9.87	127.12± 11.33	<0.001
Diastolic blood pressure(mmHg)	77.07± 7.08	83.35± 8.37	<0.001
Total cholesterol(mg/dl)	181.24± 32.90	190.31± 24.58	0.184
LDL-Cholesterol(mg/dl)	111.11± 24.63	124.73± 24.08	<0.05
HDL-Cholesterol(mg/dl)	55.01± 10.83	43.97± 9.43	<0.001
Triglyceride(mg/dl)	125.65± 66.56	226.98± 76.06	<0.001
Fasting plasma glucose(mg/dl)	104.69± 12.70	125.19± 40.43	<0.001
Uric acid(mg/dl)	5.53± 1.28	6.18± 1.64	0.065
α -Tocopherol(μ g/dl)	1,153.34±311.64	1,315.68±413.12	<0.05
γ -Tocopherol(μ g/dl)	343.94±121.18	321.50± 75.57	0.220
Zeaxanthin + lutein(μ g/dl)	45.66± 16.05	47.69± 11.59	0.540
Retinol(μ g/dl)	68.29± 17.44	76.09± 19.35	<0.05
Lycopene(μ g/dl)	0.45± 0.18	0.35± 0.21	<0.05
β -Carotene(μ g/dl)	11.85± 6.68	8.79± 4.03	<0.05

¹⁾ Statistical analysis by independent *t*-test, ²⁾ Mean±S.D.

Table 3. Plasma antioxidant levels according to the number of metabolic syndrome components

Independent variables	Number of metabolic syndrome components			p-value ¹⁾
	0(n=52)	1~2(n=85)	≥3(n=26)	
α -Tocopherol($\mu\text{g}/\text{dl}$)	1,090.83±303.94 ^{2a}	1,189.97±312.05 ^{ab}	1,315.68±413.12 ^b	<0.05
γ -Tocopherol($\mu\text{g}/\text{dl}$)	348.57±113.46	341.10±126.24	321.50± 75.57	0.620
Zeaxanthin + lutein($\mu\text{g}/\text{dl}$)	43.79± 15.40	47.21± 16.40	47.69± 11.59	0.448
Retinol($\mu\text{g}/\text{dl}$)	60.34± 13.75 ^a	73.15± 17.74 ^b	76.09± 19.35 ^b	<0.001
Lycopene($\mu\text{g}/\text{dl}$)	0.49± 0.19 ^a	0.42± 0.17 ^{ab}	0.35± 0.21 ^b	<0.05
β -Carotene($\mu\text{g}/\text{dl}$)	12.64± 5.32 ^a	11.37± 7.38 ^{ab}	8.79± 4.03 ^b	<0.05

¹⁾ Statistical analysis by one-way ANOVA test, ²⁾ Mean±S.D.,

^{a,ab} Values with the different letter are significantly different by Duncan's multiple range test.

관련성을 살펴보았다(Table 4). 고혈압의 위험요인을 가진 집단의 혈중 α -tocopherol($p<0.05$) 농도는 1,253.78±414.10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 고혈압의 위험요인이 없는 집단 1,142.07±282.44 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 보다 유의적으로 높았다. 고중성지방의 위험요인을 가진 집단의 혈중 α -tocopherol($p<0.001$)과 retinol($p<0.001$) 농도는 각각 1,303.28±341.19 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 80.01±17.68 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 고중성지방의

위험요인이 없는 집단의 1,105.64±308.52 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 63.43±15.08 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 보다 유의적으로 높았으나, 혈중 lycopene($p<0.05$)과 β -carotene($p<0.001$)는 고중성지방의 위험요인을 가진 집단이 각각 0.39±0.19 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 9.07±4.66 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이고, 위험요인이 없는 집단이 각각 0.45±0.186 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 12.70±6.93 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 고중성지방의 위험요인을 가진 집단에서 유의적으로 낮게 나타났

Table 4. Relationship between plasma antioxidant levels and metabolic syndrome components

Variables	γ -Tocopherol	α -Tocopherol	Retinol	Zeaxanthin + lutein	Lycopene	β -Carotene
High blood glucose ³⁾						
No	346.26±119.68 ²⁾	1,160.82±331.39	68.50±17.83	46.42±15.64	0.45±0.19	11.67±6.54
Yes	324.38±101.77	1,225.92±339.74	72.33±18.08	44.81±14.90	0.39±0.20	10.53±6.08
p-value ¹⁾	0.283	0.270	0.227	0.554	0.062	0.315
High blood pressure ⁴⁾						
No	349.27±115.65	1,142.07±282.44	67.68±17.08	45.05±14.62	0.45±0.18	11.46±5.75
Yes	321.87±113.17	1,253.78±414.10	73.37±19.16	47.93±16.93	0.39±0.20	11.78±7.69
p-value	0.156	<0.05	0.058	0.265	0.085	0.795
High triglyceride ⁵⁾						
No	343.60±121.08	1,105.64±308.52	63.43±15.08	44.25±14.70	0.45±0.186	12.70±6.93
Yes	334.78±105.16	1,303.28±341.19	80.01±17.68	48.96±16.27	0.39±0.19	9.07±4.66
p-value	0.639	<0.001	<0.001	0.060	<0.05	<0.001
Low HDL-cholesterol ⁶⁾						
No	337.55±119.46	1,175.68±331.26	69.28±18.14	45.96±15.90	0.44±0.19	11.57±6.60
Yes	366.14± 60.84	1,203.26±367.49	71.90±16.17	46.25±10.35	0.37±0.15	9.53±4.18
p-value	0.348	0.755	0.580	0.944	0.226	0.230
Waist circumference ⁷⁾						
No	345.77±109.59	1,170.68±297.20	68.62±16.98	46.20±16.52	0.45±0.18	12.27±6.66
Yes	319.81±134.31	1,207.66±451.10	72.99±21.06	45.18±10.35	0.37±0.22	7.95±3.86
p-value	0.244	0.567	0.207	0.734	<0.05	<0.001

¹⁾ Statistical analysis by independent t-test, ²⁾ Mean±S.D., ³⁾ Blood glucose: ≥ 110 mg/dl, ⁴⁾ Blood pressure: $\geq 130/\geq 85$ mmHg,

⁵⁾ High triglyceride: ≥ 150 mg/dl, ⁶⁾ Low HDL-cholesterol: man < 40 mg/dl, woman < 50 mg/dl,

⁷⁾ Waist circumference: man > 90 cm, woman > 80 cm.

다. 허리둘레에 의한 복부 비만의 위험요인을 가진 집단도 혈중 lycopene($p<0.05$)과 β -carotene($p<0.001$)의 농도가 각각 $0.37\pm 0.22 \mu\text{g/dl}$, $7.95\pm 3.86 \mu\text{g/dl}$ 로 복부 비만의 위험요인이 없는 집단의 $0.45\pm 0.18 \mu\text{g/dl}$, $12.27\pm 6.66 \mu\text{g/dl}$ 보다 유의적으로 낮았다.

6. 항산화 영양소 수준과 대사증후군 위험요인과의 관계

항산화 영양소의 상태가 대사증후군 위험에 미치는 정도를 알아보았다(Table 5). 각각의 항산화 영양소에 대하여 단변량 회귀분석을 실시한 결과, 혈중 α -tocopherol($p<0.01$)과 retinol($p<0.001$)의 농도가 높을수록 대사증후군의 위험이 높아지며, 혈중 lycopene($p<0.01$)과 β -carotene($p<0.01$)은 농도가 높을수록 대사증후군 위험률이 낮은 것과 관련이 있었다. 나이와 BMI를 보정한 다변량 회귀분석 결과, 혈중 retinol($p<0.05$)은 농도가 높을수록 β -carotene($p<0.01$)은 농도가 낮을수록 대사증후군의 위험이 높아짐을 알 수 있었다.

고 찰

식생활의 서구화, 흡연, 음주와 같은 잘못된 생활습관은 각종 암, 심혈관 질환 및 대사증후군의 위험인자로 알려져 있다. 최근 우리나라에서 급격한 생활양식의 변화로 연령대와는 관계없이 대사증후군에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 직장건강검진에서 대사증후군이 없었던 30대 직장인 4,779명을 대상으로 추적 관찰한 결과에 따르면 평균 2년 1개월 만에 14.8%(708명)가 새로운 대사증후군 환자로 진단되어 젊은층의 대사증후군 발생에 대한 대책이 필요함을 보여주었다(Ryu 등 2007). 이러한 대사증후군은 심혈관 질환의 발병 및 이로 인한 사망률을 증가시키기 때문에 대사증후군의 예방과 더불어 이를 조기 발견하여 적극적으로 치료하는 것이

강조되고 있다.

기존의 연구들보다 연구대상자가 적어 직접적으로 비교하기 어렵지만 본 연구에서는 대사증후군 유병률은 16.0%로 이전에 대학병원 종합검진센터 수검자를 대상으로 한 20%보다는 낮고, 연구소의 연구직 남성 근로자를 대상으로 한 11.7%보다는 높은 것으로 나타났다(Kim BS 2002). 교육 수준, 소득 수준, 직업 등의 사회·경제적 상태는 대사증후군 발생에 영향을 미치는데, 교육 수준이 높을수록 대사증후군의 위험이 낮아지는 경향을 보였는데, 이는 높은 교육 수준이 건강한 생활습관을 선택하고 문제를 해결하는 능력에 영향을 주어 질병에 대처하는데 유리하도록 돕기 때문인 것으로 설명하고 있다(Park 등 2006). 본 연구의 대상자들도 47.2%가 대학교 졸업 이상으로 높은 교육 수준을 보여 대사증후군의 낮은 유병율을 부분적으로 설명할 수 있다고 여겨진다. 운동 또한 대사증후군의 위험을 낮추는 것으로 알려져 있는데(Nam JH 2001; Jung 등 2002), 본 연구 대상자의 82.2%가 규칙적으로 하루 30분 이상씩 운동을 하는 것으로 조사되어 이러한 신체 활동은 체중 감량이나 유지에 도움을 주는 것으로 추정할 수 있겠다. 이 외에 대상자의 36.2%가 흡연자였으며, 음주자는 85.9%로 건강에 바람직하지 못한 생활습관을 갖는 것으로 나타났다. 이는 대상자의 대부분이 남성인 것과 근로자의 직업적 특성에 기인한 것으로 생각된다(Cho HS 1998). 현재의 대사증후군 유병율이 비록 낮다고 하더라도, 흡연과 음주습관이 대사증후군 발병과 밀접한 관련성이 있는 만큼 흡연과 음주의 문제점에 관한 영양교육의 필요성이 매우 큰 집단이다.

대사증후군은 여러 개의 유전자와 환경의 상호작용에 의한 복잡한 질환으로 생각되고 있으나, 아직 그 병태생리에 관해서는 잘 알려져 있지 않다. 대사증후군 집단에서 산화적 스트레스(oxidative stress)가 증가됨이 알려지고(Esposito 등 2006), 지방세포에서 산화적 스트레스 생성이 늘어나 대사증후군을 유발시키는 것(Furukawa 등 2004)으로 생각됨에 따라 대사증후군에 있어 항산화 영양소의 역할에 관한 연구가 수행되어 왔다. 항산화 영양소가 주목 받는 이유는 생체 물질의 산화 손상을 억제하며, 이로 인한 노화, 동맥경화, 암 등의 질병으로부터 보호효과를 가질 뿐만 아니라 세포의 증식 억제, 분화 및 세포 사멸 유도 등의 작용을 통해서 암을 비롯하여 여러 질환의 예방 효과를 나타내기 때문이다(Lee 등 1985; Rohan 등 1988; Zhang 등 1999; Kim DJ 2003). 더욱이 이러한 항산화 영양소의 영양 상태는 주로 식사로부터의 공급에 의해 영향을 받기 때문에 관심의 대상이 되어왔다(Gey 등 1993).

미국 국민건강영양조사에 의하면 대사증후군 집단은 과일과 채소를 적게 섭취하여 정상 집단에 비해 항산화 영양소 섭취가 적은 것으로 나타났다. 이는 혈중 항산화 영양소의 상태에도 영향을 미쳐 대사증후군 집단의 경우 혈중 retinyl esters,

Table 5. Linear regression analysis on the metabolic syndrome

Independent variables	Model I		Model II	
	Coefficient (β)	p-value	Coefficient (β)	p-value
γ -Tocopherol	-0.001	0.194	-0.0004	0.953
α -Tocopherol	0.001	<0.01	0.000	0.153
Retinol	0.021	<0.001	0.013	<0.05
Zeaxanthin + lutein	0.006	0.293	0.001	0.876
Lycopene	-1.499	<0.01	-0.514	0.288
β -Carotene	-0.048	<0.01	-0.044	<0.01

Model I: Univariate analysis,

Model II: Multivariate analysis adjusted for age, BMI.

비타민 C, 비타민 E 및 carotenoid 상태가 낮았고, 사회적 변인, 과일과 채소 섭취량 및 혈중 총 콜레스테롤 농도를 보정한 후에도 대사증후군 집단에서 혈중 비타민 E 농도가 유의적으로 감소되어 있었다고 보고했다(Ford 등 2003). 미국 성인을 대상으로 한 다른 연구에서는 대사증후군 집단은 혈중 비타민 C, α -tocopherol이 낮다고 보고했으며(Palmieri 등 2006), 한국 성인을 대상으로 한 연구에서는 대사증후군 위험요인을 가진 집단에서 혈중 α -carotene, β -carotene, cryptoxanthin, lycopene 상태가 정상 집단에 비해 낮았다고 보고하여, 대사증후군의 위험이 증가되는 중년층에서 이를 예방하기 위한 방안이 필요하다고 하였다(Choi 등 2007). 한국 노인을 대상으로 한 연구에서도 대사증후군 집단은 정상 집단에 비해 혈중 α -tocopherol, retinol 및 비타민 C의 상태가 다소 낮은 것으로 보고했다(Kim 등 2007). 이처럼 대사증후군 집단에서 혈중 항산화 영양소 상태가 낮은 이유는 대사증후군 집단의 경우 항산화 영양소가 풍부한 과일과 야채의 섭취가 부족하거나 항산화 영양소의 사용이 증가했기 때문인 것으로 보고 있다(Ford 등 2003).

본 연구에서 대사증후군 집단과 정상 집단은 혈중 항산화 영양소 상태에 유의적인 차이를 보였는데, 대사증후군 위험요인이 3개 이상인 군은 대사증후군 위험요인이 0개인 군에 비해 혈중 α -tocopherol과 retinol 상태가 유의적으로 높고, lycopene과 β -carotene의 상태는 유의적으로 낮은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 대사증후군 집단에서 혈중 α -tocopherol과 retinol 상태가 유의적으로 낮다는 기존의 보고들과는 다소 차이가 있다(Ford 등 2003; Choi 등 2007; Kim 등 2007). 본 연구의 경우 식이 섭취 조사가 이루어지지 않아 항산화 영양소 섭취가 대사증후군 집단의 혈중 항산화 영양소 상태에 어떤 영향을 미쳤는지 확인할 수 없었다. 그러나 대사증후군 위험요인의 수가 많을수록 혈중 α -tocopherol과 retinol 상태가 유의적으로 높아지는 것은 혈중 항산화 영양소의 농도는 섭취량을 잘 반영하므로 이들의 식습관 차이에서 비롯된 것으로 추측되지만 정확하게 식이 섭취량이 측정되지 않아 설명이 어려운 실정이다.

본 연구에서 대사증후군의 위험요인 중 고혈압의 위험요인을 가진 집단의 혈중 α -tocopherol 상태는 고혈압의 위험요인이 없는 집단보다 유의적으로 높았다. 고혈압 환자를 대상으로 한 선행 연구에서도 혈중 비타민 A와 비타민 E 상태는 정상군에 비해 유의적으로 높을 뿐만 아니라 혈압과 양의 상관관계를 보인다고 발표하여 본 연구결과와 유사하였다(Chen 등 2002). 경증 고혈압 환자를 대상으로 한 연구에서는 비타민 E 보충은 혈압을 낮출 수 있으나(Boshtam 등 2002), 치료중인 고혈압 환자를 대상으로 한 다른 연구에서는 비타민 E 보충의 혈압 감소 효과는 없었다(Palumbo 등 2000). 또

한, 제2형 당뇨병을 환자를 대상으로 6주 동안 α -tocopherol을 보충한 후 오히려 혈압이 높아졌다고 보고하여(Ward 등 2007) 일치되는 결과를 보이지 않았다.

본 연구에서 대사증후군의 위험요인 중 높은 중성지방상태를 보이는 집단의 경우 혈중 α -tocopherol, retinol은 유의적으로 높고, lycopene, β -carotene은 유의적으로 낮은 것으로 나타났다. 대사증후군에서 관찰되는 이상지질혈증의 가장 중요한 특징은 지방세포로부터 유리지방산의 과다 방출과 관련되어 있다. 증가된 유리지방산은 산화되어 에너지원으로 사용되기도 하지만 일부, 특히 내장지방으로부터 방출된 유리지방산은 간으로 먼저 유입되어 중성지방으로 합성된다. 간에서 합성된 중성지방은 VLDL-콜레스테롤의 형태로 혈액으로 방출되므로 고중성지방혈증을 초래하게 되며, HDL-콜레스테롤의 분해를 촉진시켜 저 HDL-콜레스테롤혈증을 유발하기도 한다(Kolovou 등 2005; Hong YS 2008).

지용성인 α -tocopherol이나 retinol은 중성지방이나 cholesteryl-ester에 용해되어 있으므로 본 연구에서 나온 중성지방이 높은 대사증후군 환자에서 혈중 α -tocopherol이나 retinol이 높은 것은 것이 설명된다. 이는 최근 연구에서 보고된 고중성지방혈증은 retinol과 비타민 E와 같은 항산화 영양소와 유의한 양의 관련성이 있다는 것과 일치한다(Ford 등 2003).

비만은 고혈압, 당뇨병 및 심혈관 질환뿐만 아니라 암 발생과도 밀접한 관계가 있다. 미국인을 대상으로 조사한 결과에 따르면 BMI 40 kg/m² 이상에서 암 사망 위험도가 남자 1.52배, 여자 1.62배 높았다고 보고된 바 있다(Eugenia 등 2003). 복부 비만은 체내 인슐린의 작용 저하, 즉 인슐린 저항성을 특징으로 나타내며, 일단 복부 비만과 인슐린 저항성이 같이 나타나게 되면 혈액 내에 유해한 지방 성분이 증가하여 대사증후군의 위험도 높아지게 된다(Kim JH 2007). 대사증후군의 진단 시 복부 비만의 지표로 허리둘레를 사용하고 있는데, 연구에 따르면 남자의 경우 중성지방이, 여성의 경우 HDL-콜레스테롤이 허리둘레에 영향을 미친다고 한다(Lee SE 2007). 본 연구에서 대사증후군의 위험요인 중 복부 비만의 위험요인이 있는 집단은 정상 집단에 비해 혈중 lycopene, β -carotene은 유의적으로 낮았다. 허리둘레와 혈중 항산화 영양소 상태와의 관련성을 살펴본 것은 아니지만 유사 연구를 살펴보면 BMI가 35 kg/m² 이상인 비만 집단을 대상으로 혈중 항산화 영양소 상태를 조사한 결과, 혈중 carotenoid와 비타민 E 상태는 정상 집단보다 유의적으로 낮았으며, 이는 산화적 스트레스의 증가를 초래하여 결과적으로 동맥경화를 초래할 수도 있음을 발표했다(Reitman 등 2002). 과체중 혹은 비만에 속하는 집단을 대상으로 한 다른 연구에서는 혈중 α -tocopherol과 retinol 상태가 정상 집단보다 낮다고 보고했으며(Viroonudomphol 등 2003), 다른 연구에서도 비만인 집단의

경우 정상 집단보다 혈중 α -tocopherol, lycopene, β -carotene와 같은 항산화 비타민 상태가 2~10% 정도 유의적으로 낮다고 보고하였다(Neuhaus 등 2001). 반면에 본 연구에서는 혈중 α -tocopherol의 농도가 높을수록 대사증후군의 위험이 높은 것과 관련이 있는 것으로 나타났다. 그 외에도 폐경 후 여성을 대상으로 한 연구에서 비만도가 증가할수록 체내 산화적 스트레스가 증가하고 이에 대한 방어 작용으로 항산화 효소 활성이 높아지는 경향이 있다고 보고하였다(Sung & Kim 2003). 대사증후군 판정 시 복부 비만은 다른 위험요소와 동일한 비중으로 차지하고 있고, 비록 연구마다 다소 차이는 있지만 비만이 혈중 항산화 영양소 상태에 영향을 주는 것으로 나타나 허리둘레를 비롯하여 전체적으로 비만을 감소시키는 것은 대사증후군의 위험을 낮추는데 중요한 역할을 할 것으로 사료된다.

요약 및 결론

본 연구에서 대사증후군 집단은 정상 집단에 비해 혈중 α -tocopherol($p<0.05$)과 retinol($p<0.05$) 농도는 유의적으로 높고, lycopene($p<0.05$)과 β -carotene($p<0.05$) 농도는 유의적으로 낮은 것으로 나타났다. 대사증후군에 영향을 미치는 요인을 살펴본 로지스틱 회귀분석 결과, 혈중 α -tocopherol과 retinol 농도가 높을수록 대사증후군의 위험이 높은 것과 관련이 있었으며, 혈중 lycopene과 β -carotene 농도가 높을수록 대사증후군 위험이 낮은 것과 관련이 있었다. 따라서 대사증후군 집단의 경우 항산화 영양소가 풍부한 과일과 야채가 포함된 균형 잡힌 음식을 섭취하도록 권장하는 것이 필요하다고 본다.

본 연구는 단면 연구로 원인-결과 관계를 추론하기는 어렵지만 직장 남성 근로자들의 건강 불균형에 대한 중요성을 부각할 수 있는 계기를 제공하는데 그 의의가 있다고 생각한다. 혈중 항산화 영양소 상태는 식이 섭취에 영향을 받기 때문에 식이 섭취 조사 결과가 수반되어야 하지만 본 연구에서는 식이 섭취 분석이 수행되지 못했다. 이로써 식품을 통한 항산화 영양소 섭취가 혈중 항산화 영양소 상태 및 대사증후군과 어떠한 관련성이 있는지는 명확하게 파악하지 못했다는 연구의 제한점이 있다.

이상의 결과에 근거할 때 항산화 영양소 중 혈중 α -tocopherol, retinol, lycopene 및 β -carotene 상태는 대사증후군과 연관됨을 알 수 있었으며, 특히 혈중 lycopene과 β -carotene의 낮은 상태는 대사증후군의 높은 위험과 관련성이 있는 것으로 보인다. 따라서 체내 산화 스트레스를 조절함으로써 대사증후군의 위험을 감소시키는데 기여할 것으로 기대되는 항산화 영양소가 풍부한 식품 섭취를 증가시키기 위한 근로자들을 대상으로 한 다양한 건강증진프로그램의 운영이 필

요하다. 또한 향후 이러한 항산화 영양소가 대사증후군의 예측인자 또는 예방인자로 이용될 수 있을지에 대한 추가 연구도 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- Bianchini F, Kaaks R, Vainio H. 2002. Overweight, obesity and cancer risk. *Lancet Oncol* 3:565-574
- Boshtam M, Rafiei M, Sadeghi K, Sarraf-Zadegan N. 2002. Vitamin E can reduce blood pressure in mild hypertensives. *Int J Vitam Nutr Res* 72:309-314
- Chen J, He J, Hamm L, Batuman V, Whelton PK. 2007. Serum antioxidant vitamins and blood pressure in the United States population. *Hypertension* 40:810-816
- Cho HS. 1998. A study on food preference of workers for meal served by industry foodservice. *Korean J Food & Nutr* 11:11-19
- Choi MK, Jun YS, Bae YJ, Sung CJ. 2007. Study on nutrient intakes and blood parameters of adult men and women with metabolic syndrome. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 311-317
- Esposito K, Ciotola M, Schisano B, Misso L, Giannetti G, Ceriello A, Giugliano D. 2006. Oxidative stress in the metabolic syndrome. *J Endocrinol Invest* 29:791-795
- Eugenia EC, Carmen R, Kimberly W-T, Michael JT. 2003. Overweight, obesity, and mortality from cancer in a prospectively studied cohort of US adults. *N Engl J Med* 348:1625-1638
- Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program(NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol In Adults(Adult Treatment Panel III). *JAMA* 285:2486-2497
- Ford ES, Mokdad AH, Giles WH, Brown DW. 2003. The metabolic syndrome and antioxidant concentrations: Findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Diabetes* 52:2346-2352
- Fored ES, Files WH, Dietz WH. 2002. Prevalence of the metabolic syndrome among US adults: Findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey. *JAMA* 287:356-359
- Furukawa S, Fujita T, Shimabukuro M, Iwaki M, Yamada Y, Nakajima Y, Nakayama O, Makishima M, Matsuda M, Shimomura I. 2004. Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome. *J Clin Invest* 114: 1752-1761

- Gey KF, Moser UK, Jordan P, Stähelin HB, Eichholzer M, Lüdin E. 1993. Increased risk of cardiovascular disease at suboptimal plasma concentrations of essential antioxidants: an epidemiological update with special attention to carotene and vitamin C. *Am J Clin Nutr* 57:787S-797S
- Han JH, Choi YE. 2006. Metabolic syndrome and oxidative stress, antioxidants. *J Korean Acad Fam Med* 27:773-781
- Hong Y, Pedersen NL, Brismar K, de Faire U. 1997. Genetic and environmental architecture of the features of the insulin-resistance syndrome. *Am J Hum Genet* 60:143-152
- Hong YS. 2008. Endocrine disorders and dyslipidemia. *J Korean Soc Endocrinol* 23:9-14
- Isomaa B, Almgren P, Tuomi T, Forsén B, Lahti K, Nissén M, Taskinen MR, Groop L, Isomaa B, Almgren P, Tuomi T, Forsén B, Lahti K, Nissén M et al. 2002. Cardiovascular morbidity and mortality associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Care* 24:683-689
- Jung CH, Park JS, Lee WY, Kim SW. 2002. Effects of smoking, alcohol, exercise, level of education, and family history on the metabolic syndrome in Korean adults. *Korean J Med* 63:649-659
- Kang MH, Park EJ. 2000. Effects of smoking and regular physical exercise habits on the status of plasma lipid soluble antioxidant vitamins and Ubiquinone(Coenzyme Q10) in middle-aged men. *Korean J Nutr* 33:289-295
- Kim BS. 2002. Prevalence of metabolic syndrome for Koreans - among the clients of comprehensive medical examination center in one university hospital. *Korean J Health Promot Dis Prev* 2:17-26
- Kim CS, Kang HJ, Lee SH, Park YK, Kang MH. 2007. The effect of alpha-tocopherol supplementation on the improvement of antioxidant status and lymphocyte DNA damage in postmenopausal women. *Korean J Nutr* 40:708-718
- Kim DJ. 2003. Cancer chemoprevention by the components of fruits and vegetables. *J Korean Assoc Cancer Prev* 8:245-250
- Kim JH. 2007. Insulin resistance and metabolic syndrome. *J Korean Acad Fam Med* 28:319-323
- Kim MH, Lee HS, Park HJ, Kim WY. 2007. Risk factors associated with metabolic syndrome in Korean elderly. *Ann Nutr Metab* 51:533-540
- Kim WK, Kim HY, Kim MJ, Kim SH. 1999. Effects of vitamin E supplementation on antioxidant status and immune responses in female athletes. *Korean J Nutr* 32:781-786
- Kolovou GD, Anagnostopoulou KK, Cokkinos DV. 2005. Pathophysiology of dyslipidaemia in the metabolic syndrome. *Postgrad Med J* 81:358-366
- Lakka HM, Laaksonen DE, Lakka TA, Niskanen LK, Kumpusalo E, Tuomilehto J, Salonen JT. 2002. The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *JAMA* 288:2709-2716
- Lee IM, Cook NR, Gaziano JM, Gordon D, Ridker PM, Manson JE, Hennekens CH, Buring JE. 2005. Vitamin E in the primary prevention of cardiovascular disease and cancer: the women's health study: a randomized controlled trial. *JAMA* 294:56-65
- Lee KY, Lee YC, Park YS, Yoon KH, Kim BS. 1985. A study of relation between dietary vitamin A intake and serum vitamin levels and cancer risk in Korea. *Korean J Nutr* 18:301-311
- Lee SE. 2007. The association between abdominal obesity and the other components of metabolic syndrome. M.D. Thesis, College of Medicine Chung-Ang Uni. Seoul
- Lutsey PL, Steffen LM, Stevens J. 2008. Dietary intake and the development of the metabolic syndrome: the atherosclerosis risk in communities study. *Circulation* 117:754-761
- Ministry of Health and Welfare. 2006. The Third Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES III), pp.38-41
- Nam JH. 2001. The effect of regular exercise on body fat contents and blood lipid composition of college women. *Korean J Food & Nutr* 14:113-119
- Neuhouser ML, Rock CL, Eldridge AL, Kristal AR, Patterson RE, Cooper DA, Neumark-Sztainer D, Cheskin LJ, Thornquist MD. 2001. Serum concentrations of retinol, α -tocopherol and carotenoids are influenced by diet, race and obesity in a sample of healthy adolescents. *J Nutr* 131:2184-2191
- Palmieri VO, Grattagliano I, Portincasa P, Palasciano G. 2006. Systemic oxidative alterations are associated with visceral adiposity and liver steatosis in patients with metabolic syndrome. *J Nutr* 136:3022-3326
- Palumbo G, Avanzini F, Alli C, Roncaglioni MC, Ronchi E, Cristofari M, Capra A, Rossi S, Nosotti L, Costantini C, Cavalera C. 2000. Effects of vitamin E on clinic and ambulatory blood pressure in treated hypertensive patients. Collaborative Group of the Primary Prevention Project (PPP)-Hypertension study. *Am J Hypertens* 13:564-567
- Park HS, Oh SW, Cho SI, Choi WH, Kim YS. 2004. The

- metabolic syndrome and associated lifestyle factors among South Korean adults. *Int J Epidemiol* 33:328-336
- Park MJ, Cho HJ, Park HS, Lee GE, Yun KE. 2006. The relationship between socioeconomic status and metabolic syndrome among Korean adults. *J Korean Soc Study Obes* 15:10-17
- Reitman A, Friedrich I, Ben-Amotz A, Levy Y. 2002. Low plasma antioxidants and normal plasma B vitamins and homocystein in patients with severe obesity. *Isr Med Assoc J* 4:590-593
- Rohan TE, McMichael AJ, Baghurst PA. 1988. A population-based case-control study of diet and breast cancer in Australia. *Am J Epidemiol* 128:478-489
- Ryu S, Song J, Choi BY, Lee SJ, Kim WS, Chang YS, Kim DI, Suh BS, Sung KC. 2007. Incidence and risk factors for metabolic syndrome in Korean male workers, ages 30 to 39. *Ann Epidemiol* 17:245-252
- Sung CJ, Kim EY. 2003. A study of nutritional status and antioxidant capacity according to obesity index in postmenopausal women. *J Korean Soc Study Obes* 12:193-202
- Viroonudomphol D, Pongpaew P, Tungtrongchitr R, Changbumrung S, Tungtrongchitr A, Phonrat B, Vudhivai N, Schelp FP. 2003. The relationships between anthropometric measurements, serum vitamin A and E concentrations and lipid profiles in overweight and obese subjects. *Asia Pac J Clin Nutr* 12:73-79
- Ward NC, Wu JH, Clarke MW, Puddey IB, Burke V, Croft KD, Hodgson JM. 2007. The effect of vitamin E on blood pressure in individuals with type 2 diabetes: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Hypertens* 25:227-234
- Yoon JW, Lee KJ, Oh JG, Lee SY. 2007. The relationship between metabolic syndrome and Korean cardiocerebrovascular risk assessment: for male researchers in a workplace. *Korean J Prev Med* 40:397-403
- Zhang S, Hunter DJ, Forman MR, Rosner BA, Speizer FE, Colditz GA, Manson JE, Hankinson SE, Willett WC. 1999. Dietary carotenoids and vitamins A, C, and E and risk of breast cancer. *J Natl Cancer Inst* 17:547-556

(2009년 7월 13일 접수; 2009년 8월 13일 채택)