

# 과체중 이상 성인에서 혈중 콜레스테롤 수준에 따른 영양소 섭취량, 혈중 산화 및 염증 관련 지표에 관한 연구

연 지 영 · \*김 미 현\*

숙명여자대학교 식품영양학과, \*강원대학교 식품영양학과

## A Study on Blood Lipid Levels, Nutrient Intakes, and Oxidation and Inflammation Markers of Overweight and Obese Adults according to Blood Cholesterol Levels in Korea

Jee-Young Yeon and \*Mi-Hyun Kim\*

Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea

\*Dept. of Food and Nutrition, Kangwon National University, Samcheok 245-711, Korea

### Abstract

This study was designed to investigate the relationships among blood lipid levels, nutrient intakes, oxidation and inflammation markers of overweight adults( $23 \leq \text{BMI} < 25$ ) and obese( $\text{BMI} \geq 25$ ) in Korea. The subjects were classified as control, borderline hyperlipidemia, and hyperlipidemia groups based on The Korean Guidelines of Hyperlipidemia Treatment for the Prevention of Atherosclerosis. The study was conducted through questionnaires, anthropometric checkups, 2-days of 24 hr recalls, and blood biomarker analyses. Systolic blood pressure(SBP) was significantly increased in the hyperlipidemia group( $p=0.0464$ ). Intakes of nutrients were not significantly different among the three groups. Blood oxidized-LDL levels were significantly increased in the hyperlipidemia group( $p<0.0001$ ). Blood triglyceride(TG) levels were positively associated with BMI( $p=0.0498$ ), SBP( $p=0.0158$ ), and diastolic blood pressure(DBP;  $p=0.0076$ ). Blood total cholesterol levels were positively associated with SBP( $p=0.0005$ ), and blood HDL-cholesterol levels were negatively associated with body fat ( $p=0.0408$ ). Blood LDL-cholesterol levels were negatively associated with height( $p=0.0207$ ), and blood VLDL-cholesterol levels were positively associated with SBP( $p=0.0011$ ) and DBP( $p=0.0490$ ). Intakes of protein( $p=0.0257$ ) and dietary fiber ( $p=0.0094$ ) were positively associated with blood HDL-cholesterol levels. Frap levels were positively associated with TG levels( $p=0.0001$ ) and VLDL-cholesterol levels( $p=0.0077$ ). Oxidized-LDL levels were positively associated with LDL-cholesterol levels( $p=0.0135$ ). These results suggest that oxidation and inflammation markers may be related to hypercholesterolemia progress, and dietary fiber intake may play a role in preventing hyperlipidemia in overweight and obese adults.

Key words: overweight, obese, hyperlipidemia, oxidation, inflammation

### 서 론

우리나라는 경제 성장과 서구화된 식생활로 인해 영양 불균형이 심화되면서 심혈관 질환, 당뇨병, 고혈압 등과 같은 만성질환의 유병률이 급격히 증가되고 있으며, 앞으로도 계속 증가될 것으로 보인다. 이러한 질병은 비만과 밀접한 관련

이 있는 것으로 보고되고 있으며(World Health Organization 1998), 2008년 국민건강통계(MOHWA & KCDCP 2009)에 의하면 19세 이상 성인의 비만 유병율은 30.7%로 남자 35.6%, 여자 26.5%로 조사되었다. 비만도가 높을수록 심혈관계 질환을 유발하는 혈중 중성지방과 총콜레스테롤이 증가하고, HDL-콜레스테롤은 감소시키는 것으로 보고되고 있으며, 이

\* Corresponding author: Mi-Hyun Kim, Dept. of Food and Nutrition, Kangwon National University, Samcheok 245-711, Korea. Tel: +82-33-570-6883, Fax: +82-33-570-6883, E-mail: mhkim1129@kangwon.ac.kr

와 같은 고지혈증은 관상동맥질환의 가장 중요한 위험인자로 인식되고 있다(Kim SK 1995; Krauss RM 1998). 고콜레스테롤혈증 유병률은 2008년 20세 이상 성인에서 10.9%로 남자 9.6%, 여자 12.7%로 여자가 더 높았으며, 50대 이전은 남자가, 그 이후에는 여성의 유병률이 더 높은 것으로 보고되었다(MOHWA & KCDCP 2009).

고지혈증 위험요인이 되는 주된 식이인자로는 총 지방섭취량, 다가불포화지방산/단일불포화지방산/포화지방산 비율, 콜레스테롤 섭취량, 식이섬유소 섭취량 등이 알려져 있다(Kris-Etherton 등 1988; Hopkins PN 1992; Howell 등 1997; Nicolosi 등 2001). Kay 등(1980)은 총 지방 섭취량 증가는 혈중 콜레스테롤 농도 증가와 밀접한 관련성이 있다고 하였으며, 특히 식사 지방의 양보다 질이 중요하다고 알려지고 있다(Mensink 등 1989; Grundy SM 1997). 식사로 섭취한 포화지방의 함량이 많을수록 혈중 중성지질과 콜레스테롤을 증가시키는 반면, 불포화지방산은 혈중 중성지방과 LDL-콜레스테롤을 낮추는 것으로 알려져 있다(Keys A 1984). 반면, Angel 등(1965)의 연구에서는 식이 콜레스테롤이 혈중 콜레스테롤에 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 식이 섬유소 중 가용성 식이 섬유소는 변으로 담즙산 배설을 증가시키므로 혈중 콜레스테롤을 농도를 감소시키며, 식이 섬유소가 풍부한 식사를 하는 경우 혈중 콜레스테롤 농도를 10% 감소시킨다고 하였다(Jenkin 등 1986). 또한, 채소류는 식이 섬유소의 함량이 높고, 카로티노이드와 엽산과 같은 영양소와 생리활성물질이 포함되어 있으며(Steinmetts 등 1991), 채소에 함유된 항산화비타민은 체내 유리기의 발생을 억제하고 소멸시키므로 심장질환 및 암에 예방 효과가 있는 것으로 알려지고 있다(Nestle M 1996). 따라서 혈중 지질 패턴에 긍정적인 영향을 줄 수 있는 영양소 섭취량과 패턴은 고지혈증 예방과 치료에 매우 중요하다고 생각된다. 한편, 콜레스테롤 섭취가 증가하게 되면 혈중 LDL 수용체가 부족하게 되거나 결핍되어 LDL-콜레스테롤이 축적되어 oxidized-LDL이 생성되며, 산화적 스트레스에 의해 생성된 oxidized-LDL은 높은 세포 독성이 있는 지질과산화물을 가지고 있어 세포에 염증을 일으켜 동맥경화를 유발하게 되므로 LDL 산화를 방지하기 위한 항산화제 역할이 중요하다. 관상동맥질환에서 죽상경화가 진행되면 전신성 염증반응 지표인 interleukin(IL)-6, IL-1 $\beta$ , tumor necrosis factor (TNF)- $\alpha$ 가 증가하게 되며 심장, 혈관벽, 대식세포, 지방 조직에서 생성된다(Rader DJ 2000a). Eldar & Barak (1996)은 proinflammatory cytokine인 TNF- $\alpha$ 와 IL-1은 혈관세포에서 IL-6의 생성을 촉진하여 죽상경화가 진행되면 많은 cytokine을 분비하게 된다고 보고하였다. 따라서 이러한 염증지표들은 관상동맥 질환의 위험을 예측하는 중요한 지표가 된다.

이에 본 연구는 과체중 또는 비만 인구가 증가하고 있는 시점에서 과체중 이상의 성인을 대상으로 혈중 지질 수준과 식이인자와의 관련성을 규명하여 과체중이상 성인의 고지혈증 예방을 위한 식이 인자를 규명하고, 이와 함께 혈중 지질과 혈중 산화 및 염증지표와의 관련성을 분석하여 혈중 지질 상태와 관상동맥 질환의 위험에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

## 연구 방법

### 1. 연구 대상자 및 연구 설계

본 연구의 대상은 영동 지역(강릉, 동해, 삼척)에 거주하고 있는 20~59세의 과체중( $23 \leq \text{BMI} < 25$ ) 또는 비만( $\text{BMI} \geq 25$ ) 성인 남녀 60명(남 12명, 여 46명)이었다. 실험 전에 모든 대상자들에게 본 연구의 목적과 취지를 충분히 설명한 후 본 실험에 참여하겠다는 서면동의서를 작성한 지원자들만을 대상으로 하였다. 고지혈증 치료지침 제정위원회(2003)의 지침에 따라 고지혈증군은 혈중 총콜레스테롤 240 mg/dl 이상 또는 고 LDL 콜레스테롤 160 mg/dl 이상인 자와 경계고지혈증군은 총콜레스테롤 200 mg/dl 이상에서 240 mg/dl 미만 또는 고 LDL 콜레스테롤 130 mg/dl 이상에서 160 mg/dl 미만인자를 대상으로 하였다. 모든 대상자들의 일반사항과 식사조사, 신체 계측 조사 및 공복시 혈액 검사를 실시하였다.

### 2. 조사 내용 및 방법

#### 1) 식사 섭취 및 신체 계측 조사

식사 섭취 조사는 24시간 회상법을 이용하였으며, 연구가 시작되기 전 비연속 이틀 간의 식사 내용을 훈련된 조사자가 직접 인터뷰하면서 조사하였다(Kim 등 2003). 섭취 분량의 정확한 회상을 위하여 식품 모형 및 식기 등을 보조 자료로 사용하였다. 조사된 식사 섭취량은 CAN-Pro 3.0(한국영양학회)으로 분석하였다.

신장과 체중은 신장체중자동계측기(DS-102, 길우트레이딩, Korea)를 이용하여 가벼운 옷차림 상태에서 신발을 벗고 직립한 자세로 측정하였으며, 신장과 체중을 이용하여 체질량지수(BMI, body mass index=체중(kg)/신장(m)<sup>2</sup>)를 산출하였다. 체지방 함량은 체성분 측정기(TBF-300, TANITA Co., Japan)를 이용하여 측정하였다.

#### 2) 혈중 지질 함량

혈청 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지질 함량은 자동분석용 kit(DAICHI, Japan)를 이용하여 자동생화학분석기(HITACHI 7600-210 & HITACHI 7180,

HITACHI Co., JAPAN)에서 측정하였다. 혈청 총 콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤 함량을 이용하여 동맥경화지수[AI: Atherogenic Index=(Total cholesterol-HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol]와 심혈관위험지수[CRF: cardiac risk factor=Total cholesterol/HDL-cholesterol] 및 LPH[LDL-cholesterol per HDL-cholesterol=LDL-cholesterol/HDL-cholesterol]를 산출하였다.

### 3) 항산화지표 분석

총 항산화능(TAC, total antioxidant capacity)은 혈청을 490 nm에 흡광도(Healthcare Bio-sciences, GeneQuant 1300, Uppsala, Sweden)를 측정할 때  $\text{Cu}^{2+}$  용액을 넣고 3분간 실온에서 배양 후 490 nm 흡광도를 측정하였다(Northwest, Vancouver, WA, Canada). 혈장의 철 환원능을 측정하고자 혈장 ferric reducing ability plasma(FRAP) 함량을 Benzie & Strain(1996)의 방법으로 분석하였다. FRAP reagent(300 mM acetate buffer, pH 3.6, 10 mM TPTZ solution; 20 mM  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )를 실험 직전에 만들어 37°C에서 15분간 방치한 후 혈장과 반응시켜 15초 간격으로 8분까지 측정 후 593 nm에서 흡광도를 측정 후 활성이 최대화 되는 시점을 선택하여 FRAP을 계산하였다.

과산화지표로 malondialdehyde(MDA)를 혈장에서 분석하였다(Northwest, Vancouver, WA, Canada). BHT reagent, sample, acid reagent와 TBA reagent를 잘 혼합한 후 60°C에서 1시간 반응시킨 후 10,000×g에서 3분간 원심분리하여 상층액을 532 nm에서 흡광도를 측정하였다(Yagi K 1998). 혈장 내 oxidized-LDL 측정은 Enzyme-linked immunosorbent assays(ELISA; Bio-Tek Instr., ELX8081U, Vermont, USA) kit 방법을 이용하여 측정하였다(Mercodia AB, Sylveniusgatan 8A, Sweden). 희석한 혈장에 assay buffer를 첨가하고 실온에서 2시간 배양한 후 세척하였다. 96-well에 enzyme conjugate 용액을 첨가 후 실온에서 1시간 동안 반응 시킨 후 다시 한 번 세척하였으며, substrate tetramethylbenzidine(TMB)를 추가한 후 450 nm 흡광도에서 측정하였다(Bonnie 등 2008).

### 4) 염증지표 분석

혈장 내 pro-inflammatory biomarker로 IL-1 $\beta$ 와 IL-6 생성량을 ELISA 방법을 이용하여 측정하였다(R&D Systems, Minneapolis, MN, USA). 마우스 항체가 코팅된 96-well plate에 희석된 혈장을 넣고 실온에서 배양 후 세척하였다. 96-well에 conjugate를 넣고 실온에서 2시간 배양 후 다시 한 번 세척 후 substrate 용액, amplifier 용액을 넣고 30분 반응시킨 후 stop solution을 넣고 490 nm에서 흡광도를 측정하였다(Zhao 등 2007).

### 3. 자료 및 처리 및 분석

실험 결과로 얻어진 각 데이터는 SAS 프로그램(Version 9.1)

을 이용하여 통계분석을 실시하였다. 대조군, 경계고지혈증군과 고지혈증군 간의 평균치 비교는 Kruskal-Wallis test와 Duncan's multiple range test를 사용하였으며, 혈중 지질과 혈중 항산화 및 염증지표와의 관련성은 Spearman correlation을 이용하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 연구 대상자의 연령 및 신체계측

대상자들의 일반적 특성은 Table 1과 같다. 평균연령, 신장, 체중 및 체질량 지수는 대조군이 40.9세, 159.5 cm, 72.0 kg, 28.4 kg/m<sup>2</sup>, 경계고지혈증군 41.1세, 162.6 cm, 73.9 kg, 27.8 kg/m<sup>2</sup>, 고지혈증군 38.6세, 162.7 cm, 73.0 kg, 27.6 kg/m<sup>2</sup>로 세 군간 유의적인 차이를 보이지 않았다. 수축기 혈압은 대조군이 122.5 mmHg, 경계고지혈증군 118.4 mmHg, 고지혈증군은 127.2 mmHg로 세 군간 유의적인 차이( $p=0.0464$ )를 보인 반면, 이완기 혈압은 대조군이 79.9 mmHg, 경계고지혈증군 77.1 mmHg, 고지혈증군은 81.2 mmHg로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이것은 2008년 국민건강통계(MOHWA & KCDCP 2009)에서 19~59세 50 백분위 값의 수축기 혈압 110~119 mmHg, 이완기 혈압 74~80 mmHg과 비교 해 볼 때 본 연구 대상자의 수축기 혈압은 높았고, 이완기 혈압은 유사한 범위를 보였다. Choi MJ(2005)의 연구에서 경계 수준 고지혈증군은 정상군에 비해 수축기 혈압과 이완기 혈압이 유의적으로 높게 나타나 본 연구와 유사한 결과를 보여 고지혈증군은 심혈관계 질환의 위험에 노출되어 있는 것으로 나타났다. 비만의 지표로 사용되는 체질량지수, 체지방율과 허리둘레는 세 군간 유의적인 차이를 보이지 않았으나, Chang HS(2010)의 연구에서 중년 여성의 체질량지수, 체지방률과 허리둘레 값은 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 흡연, 음주, 운동은 대조군 25.0%, 83.3%, 33.3%, 경계고지혈증군 14.8%, 81.5%, 44.4%, 고지혈증군 19.1%, 76.2%, 42.9%로 세 군간 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 성별 분포는 대조군 남성 16.7%, 여성 83.3%, 경계고지혈증군 남성 25.9%, 여성 74.1%, 고지혈증군 남성 23.8%, 여성 76.2%로 세 군간 유의적인 차이를 보이지 않았다.

### 2. 영양소 섭취 상태

조사 대상자들의 영양소 섭취량에 대한 결과는 Table 2와 같다. 1일 평균 에너지 섭취량은 대조군이 1,550.3 kcal, 경계고지혈증군 1,407.0 kcal, 고지혈증군 1,638.7 kcal로 고지혈증군의 열량 섭취가 높은 경향을 보였으나 세 군간 유의적인 차이가 없었다. 단백질, 지방과 당질의 섭취량은 세 군간 유의적인 차이가 없었으며, 당질:단백질:지방의 비율은 대조

Table 1. General characteristics of the subjects

	Control (n=12)	Borderline hyperlipidemia (n=27)	Hyperlipidemia (n=21)	p-value
Age(years)	40.9 ± 9.2 <sup>1)</sup>	41.1 ± 8.5	38.6 ± 11.6	0.7176 <sup>2)</sup>
Height(cm)	159.5 ± 6.0	162.6 ± 10.0	162.7 ± 6.9	0.1377
Weight(kg)	72.0 ± 7.5	73.9 ± 12.7	73.0 ± 11.0	0.9949
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	28.4 ± 3.0	27.8 ± 2.5	27.6 ± 4.0	0.4760
23 ~ <25(%)	8.3	14.8	23.8	0.4872
≥ 25(%)	91.7	85.2	76.2	
Body fat(%)	38.1 ± 5.5	37.8 ± 6.7	37.5 ± 7.5	0.8485
SBP(mmHg)	122.5 ± 10.9 <sup>ab3)</sup>	118.4 ± 11.3 <sup>b</sup>	127.2 ± 12.7 <sup>a</sup>	0.0464
DBP(mmHg)	79.9 ± 8.8	77.1 ± 7.9	81.2 ± 9.8	0.2383
Waist(cm)	92.1 ± 6.0	91.8 ± 7.2	91.0 ± 10.5	0.6263
Regular smoker(%)	25.0	14.8	19.1	0.8971
Regular alcohol consumption(%)	83.3	81.5	76.2	0.8561
Regular exercise(%)	33.3	44.4	42.9	0.8022
Gender				
Male(%)	16.7	25.9	23.8	0.8178
Female(%)	83.3	74.1	76.2	

<sup>1)</sup> Mean±Standard Deviation. <sup>2)</sup> Significance as determined by Kruskal-Wallis test.

<sup>3)</sup> Means with superscripts(a>b) within a row are significantly different from each at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test.

BMI; body mass index, SBP; systolic blood pressure, DBP; diastolic blood pressure.

군은 56.6 : 18.3 : 25.6, 경계고지혈증군 61.9 : 15.4 : 22.3, 고지혈증군 57.8 : 16.2 : 26.3으로 나타났다. 3대 열량영양소 섭취 비율을 '05 NHNS 영양조사결과(Ministry of health and welfare & Korea center for disease control and prevention 2007)의 당질(정상군 64.1%, 비만군 63.5%), 단백질(정상군 16.1%, 비만군 16.4%), 지방(정상군 19.8%, 비만군 20.1%)과 비교하여 볼 때 본 연구 대상자의 당질 섭취 비율은 낮았고, 지방 섭취 비율은 높게 나타났다. 총 지방 섭취량 증가는 혈중 콜레스테롤 농도 증가와 밀접한 관련성이 있으며, 특히 식사 지방의 양보다 질이 중요하다(Kay 등 1980; Mensink 등 1989; Grundy SM 1997). 관상동맥질환의 예방을 위해서 1일 콜레스테롤의 섭취량을 1,000 kcal 당 100 mg 또는 1일 300 mg 미만으로 제한하는 것을 권장하고 있으며(Lee & Kwak 2006), 과체중 이상의 성인을 대상으로 한 본 연구 대상자의 경우도 콜레스테롤 섭취량이 높은 것으로 나타나, 앞으로의 식생활에 주의가 요망된다.

Jenkin 등(1986)은 식이 섬유소가 풍부한 식사를 하는 경우, 혈중 콜레스테롤 농도를 10% 감소시킨다고 하였다. 식이 섬유소 중 가용성 식이 섬유소는 변으로 담즙산 배설을 증가시킴으로써 혈중 콜레스테롤을 농도를 감소시키는 것으로 제시되고 있다. 본 연구에서는 식이 섬유소의 1일 섭취량을 비교하였을 때 대조군 17.4 g, 경계고지혈증군 16.8 g, 고지혈증

군 17.8 g으로 세 군간 유의적인 차이는 보이지 않았지만, Kim 등(2000)의 연구에서 폐경 후 여성의 고콜레스테롤혈증군과 정상콜레스테롤혈증군 간의 식이 섬유소 섭취량에 유의한 차이가 없다는 보고와 일치하였다.

### 3. 혈중 지질 함량

평균 혈중 지질 함량 결과(Table 3)는 본 연구 대상자들을 고지혈증 치료지침에 따라 분류하였으므로 세 군간 유의적인 차이를 보였다. 총콜레스테롤은 대조군 183.9 mg/dl, 경계고지혈증군 213.8 mg/dl, 고지혈증군 258.8 mg/dl였으며, LDL-콜레스테롤은 대조군이 106.2 mg/dl, 경계고지혈증군 132.1 mg/dl, 고지혈증군 172.7 mg/dl로 대조군, 경계고지혈증군, 고지혈증군의 순으로 유의적으로 증가하였다( $p<0.0001$ ). 혈중 콜레스테롤 증가에 따라 동맥경화 위험인자인 LDL-콜레스테롤 농도가 증가하는 양상을 보였으나, 동맥경화의 보호인자인 HDL-콜레스테롤은 세 군간 유의적인 차이가 없었다. VLDL-콜레스테롤은 대조군이 93.3 mg/dl, 경계고지혈증군 95.7 mg/dl, 고지혈증군 120.8 mg/dl로 고지혈증군이 대조군과 경계고지혈증군에 비해 유의적으로 높게 나타났으며( $p<0.0022$ ), LDL-콜레스테롤/HDL-콜레스테롤 비율은 대조군 2.0, 경계고지혈증군 2.5, 고지혈증군 3.3로 고지혈증군이 대조군과 경계

**Table 2. Daily energy and nutrient intake of the subjects**

	Control (n=12)	Borderline hyperlipidemia (n=27)	Hyperlipidemia (n=21)	p-value
Energy(kcal)	1,550.3 ± 381.5 <sup>1)</sup>	1,407.0 ± 381.6	1,638.7 ± 600.4	0.2577 <sup>2)</sup>
Protein(g)	70.4 ± 21.9	53.6 ± 17.8	67.2 ± 32.0	0.0624
Plant protein	30.7 ± 8.9	26.6 ± 6.5	30.5 ± 14.0	0.3328
Animal protein	39.7 ± 16.5	27.0 ± 13.3	36.7 ± 28.7	0.1123
Fat(g)	44.3 ± 17.4	34.5 ± 12.9	50.7 ± 32.1	0.0811
Plant fat	20.3 ± 14.3	16.7 ± 7.6	22.6 ± 16.1	0.5669
Animal fat	24.0 ± 15.6	17.8 ± 9.7	28.2 ± 28.2	0.4429
Carbohydrate(g)	219.4 ± 65.1	217.0 ± 60.6	227.6 ± 71.1	0.7924
Dietary fiber(g)	17.4 ± 6.5	16.8 ± 6.5	17.8 ± 8.2	0.9507
Ash(g)	18.6 ± 4.9	16.3 ± 5.2	17.2 ± 7.3	0.4968
Calcium(mg)	429.2 ± 135.8	475.5 ± 252.1	512.1 ± 258.1	0.7541
Plant calcium	242.2 ± 94.7	220.1 ± 83.7	251.0 ± 127.0	0.7117
Animal calcium	187.0 ± 102.1	255.4 ± 207.9	261.1 ± 211.3	0.5908
Phosphorus(mg)	950.3 ± 314.5	846.4 ± 317.2	971.1 ± 444.0	0.5541
Iron(mg)	10.8 ± 3.8	9.7 ± 3.1	10.6 ± 4.2	0.6904
Plant iron	7.9 ± 2.3	7.3 ± 2.2	7.6 ± 2.5	0.8474
Animal iron	2.9 ± 1.8	2.4 ± 1.5	3.1 ± 2.6	0.6772
Sodium(mg)	4,283.0 ± 1,194.1	3,643.1 ± 1,424.3	3,879.0 ± 1,740.6	0.3533
Potassium(mg)	2,514.8 ± 859.6	2,390.8 ± 995.8	2,553.2 ± 1,166.8	0.8445
Zinc(mg)	7.1 ± 1.8	6.4 ± 2.2	10.1 ± 11.6	0.3356
Vitamin A( $\mu$ g R.E)	635.3 ± 235.1	587.1 ± 371.4	691.4 ± 446.8	0.4208
Retinol( $\mu$ g)	62.6 ± 51.0	76.8 ± 63.6	168.1 ± 217.0	0.1366
Carotene( $\mu$ g)	3,249.5 ± 1,466.2	2,800.6 ± 2,190.6	2,935.8 ± 1,545.3	0.264
Vitamin B <sub>1</sub> (mg)	1.0 ± 0.4	0.9 ± 0.4	1.1 ± 0.8	0.6643
Vitamin B <sub>2</sub> (mg)	1.0 ± 0.3	0.9 ± 0.4	1.1 ± 0.6	0.3529
Vitamin B <sub>6</sub> (mg)	1.8 ± 0.7	1.7 ± 0.7	1.8 ± 1.1	0.8934
Niacin(mg)	15.2 ± 5.6	11.7 ± 4.7	15.0 ± 8.2	0.1817
Vitamin C(mg)	71.1 ± 50.4	82.2 ± 55.2	95.7 ± 79.5	0.6301
Folate( $\mu$ g)	199.0 ± 75.6	186.4 ± 82.0	215.5 ± 108.3	0.7204
Vitamin E(mg)	14.7 ± 7.3	11.5 ± 5.2	13.7 ± 7.6	0.3935
Cholesterol(mg)	316.5 ± 150.8	250.5 ± 152.8	321.5 ± 263.5	0.5198
TFA(g)	26.1 ± 19.5	16.6 ± 9.2	29.8 ± 31.3	0.1303
SFA(g)	7.5 ± 8.3	5.2 ± 3.4	10.2 ± 12.1	0.1789
MUFA(g)	9.8 ± 9.0	6.0 ± 3.5	11.4 ± 14.1	0.1908
PUFA(g)	8.7 ± 4.1	5.4 ± 3.4	8.2 ± 6.3	0.0518
M/S	1.5 ± 0.3	1.3 ± 0.4	1.3 ± 0.4	0.0966
P/S	1.8 ± 0.8	1.5 ± 1.1	1.3 ± 0.9	0.3222
Carbohydrate:protein:fat	56.6:18.3:25.6	61.9:15.4:22.3	57.8:16.2:26.3	-

<sup>1)</sup> Mean±Standard Deviation. <sup>2)</sup> Significance as determined by Kruskal-Wallis test.

Table 3. Serum lipid concentrations of the subjects

	Control (n=12)	Borderline hyperlipidemia (n=27)	Hyperlipidemia (n=21)	p-value
Triglyceride(mg/dℓ)	190.6 ± 98.7 <sup>1)</sup>	145.3 ± 91.8	247.1 ± 279.5	0.2981 <sup>2)</sup>
Total cholesterol(mg/dℓ)	183.9 ± 10.7 <sup>3)</sup>	213.8 ± 11.0 <sup>b</sup>	258.8 ± 24.0 <sup>a</sup>	0.0001
HDL-C(mg/dℓ)	55.7 ± 13.8	57.4 ± 16.4	54.9 ± 13.1	0.8089
LDL-C(mg/dℓ)	106.2 ± 13.0 <sup>c</sup>	132.1 ± 13.8 <sup>b</sup>	172.7 ± 29.0 <sup>a</sup>	0.0001
VLDL-C(mg/dℓ)	93.3 ± 24.6 <sup>b</sup>	95.7 ± 12.4 <sup>b</sup>	120.8 ± 42.9 <sup>a</sup>	0.0022
LDL-C/HDL-C ratio	2.0 ± 0.6 <sup>b</sup>	2.5 ± 0.8 <sup>b</sup>	3.3 ± 0.9 <sup>a</sup>	0.0001
Atherogenic index	2.5 ± 1.1 <sup>b</sup>	3.0 ± 1.1 <sup>b</sup>	3.9 ± 1.0 <sup>a</sup>	0.0006

<sup>1)</sup> Mean±Standard Deviation. <sup>2)</sup> Significance as determined by Kruskal-Wallis test.

<sup>3)</sup> Means with superscripts(a>b) within a row are significantly different from each at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test.

HDL-C; high density lipoprotein-cholesterol, LDL-C; low density lipoprotein-cholesterol, VLDL-C; very low density lipoprotein-cholesterol, Atherogenic index=(total cholesterol-HDL-C)/HDL-C.

고지혈증군에 비해 유의적으로 높게 나타났다( $p=0.0001$ ). 또한 동맥경화지수는 대조군 2.5, 경계고지혈증군 3.0, 고지혈증군 3.9로 고지혈증군이 대조군과 경계고지혈증군에 비해 유의적으로 높게 나타났다( $p=0.0006$ ). 고지혈증군에서 LDL-콜레스테롤/HDL-콜레스테롤 비율과 동맥경화지수가 유의적으로 높은 값을 보여 주어 본 연구에서도 동맥질환의 예측인자로 사용될 수 있음을 확인할 수 있었다(Rader DJ 2002b).

#### 4. 혈중 산화지표 및 염증관련지표

대상자들의 혈중 항산화 및 염증지표의 결과는 Table 4와 같다. Oxidized-LDL은 고지혈증군 157.3 U/ℓ로 대조군 108.0 U/L, 경계고지혈증군 124.0 U/ℓ에 비해 유의적으로 높게 나타났다( $p<0.0001$ ). Oxidized-LDL은 세포막과 내피세포 조직의 기능에 손상을 주어 oxidized-LDL의 증가는 동맥 경화와 같은 심혈관 질환 위험의 증가와 밀접하게 관련되어 있다(Ishigaki

등 2008; Shimada 등 2004). 관상동맥 질환의 진행에 염증반응이 관여한다는 것을 알 수 있는 cytokine은 IL-6, IL-1 $\beta$ 와 TNF- $\alpha$ 가 있으며, 이 중 IL-6의 역할이 가장 크며(Rader DJ 2000b), 질환이 진행되면 혈중의 염증농도는 증가하게 된다(Ridker 등 2000; Anderson 등 1998). Cytokine의 생성 장소는 심장, 혈관벽, 대식세포, 지방 조직으로 알려져 있으며, 이러한 염증지표들은 관상동맥질환의 위험을 예측하는 중요한 지표가 될 수 있다. 본 연구결과에서는 혈중 IL-1 $\beta$ 와 IL-6 농도가 고지혈증군에서 대조군에 비해 높은 경향을 보였으나, 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 본 연구 대상자가 초기고지혈증 환자로 cytokine의 유의적인 차이를 볼 수 없었던 것으로 판단되며, 혈중 oxidized-LDL 농도는 초기 고지혈증의 위험을 예측하는 인자로 확인할 수 있었다.

#### 5. 신체계측치와 혈중 지질과의 상관관계

신체계측치와 혈중 지질과의 상관관계 분석 결과는 Table

Table 4. Blood oxidation and inflammation markers of the subjects

	Control (n=12)	Borderline hyperlipidemia (n=27)	Hyperlipidemia (n=21)	p-value
TAC(mM/ℓ)	0.5 ± 0.1 <sup>1)</sup>	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.3	0.4269 <sup>2)</sup>
Frap(μmol/ℓ)	529.0 ± 269.8	517.8 ± 138.5	521.1 ± 118.7	0.4795
Oxidized-LDL(U/ℓ)	108.0 ± 25.6 <sup>c</sup>	124.0 ± 16.8 <sup>b</sup>	157.3 ± 24.7 <sup>a</sup>	0.0001
MDA(μmol/ℓ)	0.6 ± 0.2	0.7 ± 0.4	0.7 ± 0.4	0.9555
IL-1 $\beta$ (pg/ml)	2.4 ± 0.3	2.8 ± 1.0	2.7 ± 0.9	0.5325
IL-6(pg/ml)	6.9 ± 1.1	7.5 ± 2.1	7.7 ± 2.4	0.8457

<sup>1)</sup> Mean±Standard Deviation. <sup>2)</sup> Significance as determined by Kruskal-Wallis test.

<sup>3)</sup> Means with superscripts(a>b) within a row are significantly different from each at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test.

TAC; Total antioxidant capacity, Frap; Ferric reducing ability plasma, MDA; Malondialdehyde, IL-1 $\beta$ ; interleukin 1 $\beta$ , IL-6; interleukin-6.

5와 같다. 신체계측치와 혈중 지표와의 상관관계 분석 시 교란변수로 작용할 수 있는 연령, 성별, 흡연 여부, 음주 여부, 운동 상태를 보정하였다. 혈중 중성지방은 BMI( $r=0.2658$ ,  $p=0.0498$ ), 수축기 혈압( $r=0.3239$ ,  $p=0.0158$ )과 이완기 혈압( $r=0.3561$ ,  $p=0.0076$ )과 유의적인 양의 상관관계를 나타냈다. Chang HS (2010)의 중년 여성을 대상으로 비만도에 따른 혈중 지질을 분석한 결과, 혈중 중성지방은 체중, 허리둘레, BMI와 체지방 양의 상관관계를 보여 본 연구 결과와 유사한 결과를 보였다. 혈중 총콜레스테롤은 수축기 혈압( $r=0.4560$ ,  $p=0.0005$ )과 양의 상관관계를 보인 반면, 혈중 HDL-콜레스테롤은 체지방( $r=-0.2767$ ,  $p=0.0408$ )과 음의 상관관계를 보였다. 혈중 LDL-콜레스테롤은 신장( $r=-0.3112$ ,  $p=0.0207$ )과 음의 상관관계를 보였고, 혈중 VLDL-콜레스테롤은 수축기 혈압( $r=0.4295$ ,  $p=0.0011$ )과 이완기 혈압( $r=0.2716$ ,  $p=0.0449$ )에서 유의적인 양의 상관관계를 나타냈다. 혈중 지질 농도는 혈압과 상관성이 높은 것으로 알려져 있으며, 혈중 콜레스테롤 농도는 이완기 혈압과 양의 상관관계를 보인 연구(Choi MJ 2005)와 일치하는 결과를 보였다. 신체계측치와 혈중 지질은 체질량지수, 체지방량, 신장, 수축기 혈압과 이완기 혈압에서 상관관계가 나타났고, 고지혈증 발병 위험율은 혈중 지질인 중성지방, 혈중 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤과 VLDL-콜레스테롤에서 높은 상관관계를 나타냈다. 따라서 체중 조절은 혈압과 혈중 지질을 낮추는데 매우 중요한 것으로 확인되었다.

## 6. 영양소 섭취량과 혈중 지질과의 상관관계

영양소 섭취량과 혈중 지질과의 상관관계를 분석한 결과는 Table 6과 같다. 상관관계 분석시 혈중 지질과 밀접한 관련성을 갖는 체질량지수 및 연령, 성별, 흡연 여부, 음주 여부, 운동 상태를 보정하였다. 혈중 HDL-콜레스테롤은 단백질 섭취량( $r=0.3034$ ,  $p=0.0257$ )과 식이섬유소 섭취량( $r=0.3503$ ,  $p=0.0094$ )에서 양의 상관관계를 보였다. Eklund & Sjoblem(1980)연구에서는 단백질 중 식물성 단백질이 혈중 콜레스테롤 함량을 저하시키는 효과가 있다고 보고하였으나, 본 연구에서는 선행 연구와 같은 해석을 하기 어려움으로 단백질 섭취가 혈중 지질에 미치는 영향에 대한 연구가 필요하다고 생각된다. 식이섬유소는 지질의 흡수를 직접적으로 방해하며, 혈당의 흡수, 인슐린과 글리코겐 반응, 지단백 분해효소 활성과 지방산 대사를 변경시킴으로 지질 대사에 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Miettinen TA 1987). Jenkin 등(1986)은 식이 섬유소가 풍부한 식사를 하는 경우 혈중 콜레스테롤 농도를 10% 감소시킨다고 하였다. 또한, 식이 섬유소가 많이 함유된 채소류에는 포화지방산 함량이 낮고, 카로티노이드와 엽산과 같은 영양소와 생리활성물질이 포함되어 있으며(Steinmetz 등 1991), 채소에 함유된 항산화 비타민은 체내 유리의 발생을 억제하고 소멸시키므로 심장질환 및 암에 예방 효과가 있는 것으로 알려지고 있다(Nestle M 1996). 본 연구에서는 식이 섬유소 섭취와 혈중 콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 수준과는 유의

**Table 5. Correlation coefficients between anthropometric measurements and blood lipid parameters**

	Height	Weight	BMI	Body fat	SBP	DBP	Waist
Triglyceride	-0.0257	0.2203	0.2658*	0.2249	0.3239*	0.3561**	0.1763
Total cholesterol	0.0351	0.0977	0.0804	0.0023	0.4560***	0.2194	0.1179
HDL-C	-0.1037	-0.1863	-0.1398	-0.2767*	-0.0615	-0.2564	-0.0289
LDL-C	-0.3112*	-0.1655	0.0863	0.0411	0.0531	-0.0631	-0.1511
VLDL-C	0.0155	0.1477	0.1545	0.1623	0.4295**	0.2716*	0.1369

\*,  $p<0.05$ , \*\*,  $p<0.01$ , \*\*\*,  $p<0.001$ ,  $P$  value calculated from Spearman by adjusted for age, sex, smoking, alcohol drinking and physical activity. BMI; body mass index, SBP; systolic blood pressure, DBP; diastolic blood pressure, HDL-C; high density lipoprotein-cholesterol, LDL-C; low density lipoprotein-cholesterol, VLDL-C; very low density lipoprotein-cholesterol.

**Table 6. Correlation coefficients between nutrient intakes and blood lipid parameters**

	Kcal	Protein	Fat	Carbohydrate	Dietary fiber	Vitamin A	Retinol	Carotene	Vitamin C	Vitamin E	Cholesterol
Triglyceride	0.0119	-0.0748	-0.0134	0.0437	-0.2424	-0.0531	0.0751	-0.0909	-0.2618	-0.0028	-0.1330
Total cholesterol	0.0988	0.1587	0.0783	0.0079	0.0131	0.0327	0.0532	0.0126	-0.0050	-0.0950	0.0638
HDL-C	0.0969	0.3034*	0.1394	-0.0582	0.3503**	0.0321	0.0766	0.0033	0.2491	0.0698	0.2730
LDL-C	0.0539	-0.0042	-0.0134	0.0748	-0.0822	-0.0225	-0.0243	-0.0087	-0.0517	-0.1136	-0.0348
VLDL-C	0.0806	0.0770	0.0483	0.0337	-0.0560	0.0051	0.1252	-0.0311	-0.1734	-0.0369	0.0349

\*,  $p<0.05$ , \*\*,  $p<0.01$ ,  $P$  value calculated from Spearman by adjusted for age, sex, BMI, smoking, alcohol drinking and physical activity. HDL-C; high density lipoprotein-cholesterol, LDL-C; low density lipoprotein-cholesterol, VLDL-C; very low density lipoprotein-cholesterol.

적인 상관성을 나타내지 않았으나, 항 동맥경화인자로 작용하는 HDL-콜레스테롤과 식이 섬유소의 섭취가 유의적인 양의 관련성을 나타내어 식이 섬유소가 혈중 HDL-콜레스테롤에 영향을 주는 인자임을 확인할 수 있었다(Nuria 등 1999). 따라서 과체중 이상 성인에서 식이섬유소의 섭취는 동맥경화 예방에 유리한 것으로 사료된다.

### 7. 지방산 섭취 상태와 혈중 지질과의 상관관계

지방산 섭취 상태와 혈중 지질과의 상관관계 분석 결과는 Table 7과 같다. Oh 등(1995)은 건강한 성인 남녀 대상자에게서 단일 불포화지방산 섭취는 혈중 콜레스테롤 농도와 유의한 음의 상관관계를, LDL-콜레스테롤과는 유의한 양의 상관관계를 보였으며, 다가 불포화지방산의 섭취는 혈중 중성지방 농도와 유의한 음의 상관관계를 보인 반면, LDL-콜레스테롤과는 양의 상관관계를 보였다고 보고하였다. 한편, 고콜레스테롤혈증 여성을 대상으로 한 Lee 등(2001)의 연구에서는 혈중 콜레스테롤 농도와 LDL-콜레스테롤 농도는 다가 불포화지방산, 단일 불포화지방산, 포화지방산과 유의적인 양의 상관관계를 보였고, HDL-콜레스테롤은 다가 불포화지방산과 포화지방산과 유의적인 양의 상관관계를 보여 불포화지방산의 섭취와 혈중 지질농도와의 관련성에 대해 연구들간 대상자별 약간의 차이를 보였다. 또한 과체중 성인을 대상으로 한

본 연구에서는 포화지방산, 단일 불포화지방산, 다가 불포화지방산의 섭취가 혈중 지질과 유의한 상관관계를 나타내지 않는 것으로 나타났다. Kay 등(1980)은 혈중 콜레스테롤 농도는 총 지방 섭취량과 양의 상관관계가 있다고 보고한 반면, Oh 등(1995)과 Jacobs 등(1979)은 지방섭취량과 혈중 콜레스테롤 농도 사이에 유의한 관련성이 없다고 보고하였다. 본 연구에서는 식이 지방산 섭취량은 혈중 지질과 유의적인 상관성을 보이지 않았다. 이는 총 지방 섭취량이 총 열량의 40% 이상의 지방을 섭취하는 경우 콜레스테롤 농도가 지방 섭취량과 양의 상관관계를 보이는 Kay 등(1980)과 달리 지방 섭취량이 20% 내외일 경우 유의한 상관관계를 보이지 않는 Oh 등(1995)의 연구 결과와 본 연구 결과는 같은 맥락인 것으로 사료된다.

### 8. 혈중 지질 함량과 산화지표 및 염증지표와의 상관관계

혈중 지질과 산화지표 및 염증지표와의 상관성을 조사한 결과는 Table 8과 같다. 혈청 Frap은 고혈압(Kashyap 등 2005), 당뇨(Kuppusamy 등 2005) 등과 같은 질병을 가지고 있는 경우 농도가 감소하였다. 반면, 성인 여성을 대상으로 한 Kwak 등(2008)의 연구와 건강한 중년 성인 남녀를 대상으로 한 Chllins 등(2004)에서는 혈청 콜레스테롤 농도와 혈청 Frap 농도가 유의적인 양의 상관관계를 보였으며, Chllins 등(2004)의 연구에

**Table 7. Correlation coefficients between fatty acids intake and blood lipid parameters**

	TFA	SFA	MUFA	PUFA
Triglyceride	-0.0768	-0.0625	-0.1022	-0.0630
Total cholesterol	0.0872	0.1974	0.0872	-0.1818
HDL-C	0.0524	0.0722	0.0751	-0.0361
LDL-C	0.1907	0.1606	0.1881	0.1492
VLDL-C	-0.0479	0.0044	-0.0446	-0.1325

*P* value calculated from Spearman by adjusted for age, sex, BMI, smoking, alcohol drinking and physical activity.

TFA; total fatty acids, SFA; saturated fatty acids, MUFA; monounsaturated fatty acids, PUFA; polyunsaturated fatty acids, HDL-C; high density lipoprotein-cholesterol, LDL-C; low density lipoprotein-cholesterol, VLDL-C; very low density lipoprotein-cholesterol

**Table 8. Correlation coefficients between blood oxidation and inflammation markers and blood lipid parameters**

	TAC	Frap	Oxidized-LDL	MDA	IL-1 $\beta$	IL-6
Triglyceride	-0.0581	0.5887***	0.1239	0.1338	0.0784	0.2155
Total cholesterol	-0.1212	0.0591	0.1399	0.1675	-0.1805	0.0421
HDL-C	-0.0687	-0.2177	-0.2472	0.0272	-0.1573	-0.1385
LDL-C	-0.1709	-0.0173	0.3407*	-0.2416	-0.2178	-0.0085
VLDL-C	-0.1205	0.3654**	0.0610	0.1546	-0.0904	0.1522

\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ , \*\*\*:  $p < 0.001$ , *P* value calculated from Spearman by adjusted for age, sex, BMI, smoking, alcohol drinking and physical activity. HDL-C; high density lipoprotein-cholesterol, LDL-C; low density lipoprotein-cholesterol, VLDL-C; very low density lipoprotein-cholesterol, TAC; total antioxidant capacity, Frap; ferric reducing ability plasma, MDA; malondialdehyde, IL-1 $\beta$ ; interleukin 1 $\beta$ , IL-6; interleukin-6.



서는 혈중 Frap의 증가가 지질 과산화물인 MDA의 혈중 농도와 양의 상관관계가 있다고 제시하였다. 본 연구 결과에서는 혈청 Frap과 혈중 MDA 농도와의 유의적인 상관성은 없었으나(data not shown), 혈청 Frap은 혈중 중성지방( $r=0.5887$ ,  $p=0.0001$ )과 VLDL-콜레스테롤( $r=0.3654$ ,  $p=0.0077$ )에서 유의적인 양의 상관관계를 나타냈다. 또한, 혈청 Frap 농도는 대사 증후군 여성 환자에서 정상여성에 비해 20% 이상 높은 것으로 나타났으며(Kwak 등 2008), 혈청 Frap의 경우 비만도와 혈중 콜레스테롤과 양의 상관성을 보이는 연구 결과가 보고되고 있다(Kim 등 2000; Kwak & Yoon 2005). 따라서 혈청 Frap과 혈중 지질 농도와의 상관성에 대해서는 결과가 일치하지 않아 지속적인 연구가 필요하다고 사료된다.

혈중 oxidized-LDL 농도는 혈중 LDL-콜레스테롤( $r=0.3407$ ,  $p=0.0135$ )과 유의적인 양의 상관관계를 보였다. Oxidized-LDL 증가는 혈관벽에 플라그를 형성하며 이 과정에서 cytokine이 방출되어 혈관내피세포의 손상과 평활근의 증식동맥 경화화 같은 심혈관 질환 위험의 증가시키게 된다(Ishigaki 등 2008; Shimada 등 2004). 혈중 지질 농도의 증가는 oxidized-LDL을 증가시켜 동맥경화를 일으키는 위험 인자임을 확인할 수 있었다.

## 요약 및 결론

본 연구는 과체중 이상의 성인 남녀 60명을 대상으로 고지혈증 치료지침 제정위원회(2003)의 지침에 따라 혈중 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 수준에 따라 대조군, 경계고지혈증군, 고지혈증군으로 분류하여 혈중 지질 수준과 영양소 섭취량, 혈중 산화 및 염증지표와의 관련성을 규명하고자 하였다. 연령, 신장, 체중, 체질량지수, 체지방 및 이완기 혈압은 세군간 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 수축기 혈압은 고지혈증군에서 유의적으로 높았다. 1일 평균 에너지 섭취량은 군 간에 유의적인 차이가 없었다. 평균 혈중 지질 함량 결과는 고지혈증군에서 대조군과 경계고지혈증군에 비해 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, VLDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤/HDL-콜레스테롤 비율과 동맥경화지수가 유의적으로 높았다. Oxidized-LDL은 고지혈증군에서 대조군과 경계고지혈증군에 비해 유의적으로 높았다. 혈중 IL-1 $\beta$ 와 IL-6 농도는 고지혈증군에서 대조군에 비해 높은 경향을 보였으나, 유의적인 차이를 보이지 않았다. 혈중 지질과 신체계측과의 상관분석결과, 혈중 중성지방은 BMI, 수축기 혈압과 이완기 혈압에서 유의적인 양의 상관관계를 보였으며, 혈중 총콜레스테롤은 수축기 혈압과 혈중 VLDL-콜레스테롤은 수축기 혈압과 이완기 혈압에서 유의적인 양의 상관관계를 보였다. 반면, 혈중 HDL-콜레스테롤은 체지방과 유의적인 음의 상관관

계를 보였다. 영양소 섭취 상태와 혈중 지질과 상관관계를 분석한 결과 단백질과 식이섬유소 섭취량은 혈중 HDL-콜레스테롤과 유의적인 양의 상관관계를 보였다. 지방산의 총 섭취량과 종류별 섭취량은 혈중 지질 함량과 유의한 상관성을 보이지 않았다. 혈중 지질과 산화 및 염증지표와의 상관성을 조사한 결과, 혈청 Frap은 혈중 중성지방과 VLDL-콜레스테롤과 유의적인 양의 상관성을 보였고, 혈중 oxidized-LDL 농도는 혈중 LDL-콜레스테롤과 유의적인 양의 상관관계를 보였다. 이상의 연구결과에서 과체중과 비만 성인에서 BMI, 체지방량과 혈압은 혈중 지질 농도와 양의 상관성을 보였고, 식이섬유소 섭취 증가는 항동맥경화인자인 HDL-콜레스테롤의 수준을 증가시키는 요인으로 나타났다. 또한 혈중 oxidized-LDL 농도는 고지혈증 진행 과정에 관여하는 위험요인임을 알 수 있었다.

## 참고문헌

- Anderson JL, Carquist JF, Muhlestein JB, Horne BD, Elmer SP. 1998. Evaluation of C-reactive protein, an inflammatory marker and infectious serology as risk factors for coronary artery disease and myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 32:35-41
- Angel K, Anderson JT, Grande F. 1965. Serum cholesterol response to change in the diet. *Metabolism* 14:776-787
- Benzie IF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal Biochem* 239:70-76
- Chang HS. 2010. Nutrient intakes and blood lipids according to obesity degree by body fat percentage among middle-aged women in Gunsan city. *Korean J Comm Nutr* 15:15-26
- Choi MJ. 2005. Relations of life style, nutrient, intake and blood lipids in middle-aged men with borderline hyperlipidemia. *Korean J Comm Nutr* 10:281-289
- Collins JK, Arjmandi BH, Claypool PL, Perkins-Veazie P, Baker RA, Clevidence BA. 2004. Lycopene from two food sources does not affect antioxidant or cholesterol status of middle-aged adults. *Nutr J* 3:15
- Eldar E, Barak V. 1996. Increased serum concentration of interleukin-1 $\beta$  in patients with coronary artery disease. *Heart* 76:24-28
- Eklund A, Sjöblom L. 1980. Effects of the source of dietary protein on serum lower density lipoprotein (VLDL+LDL) and tocopherol levels in female rats. *J Nutr* 110:2321-2335
- Grundy SM. 1997. What is the desirable ratio of saturated,

- polyunsaturated, and monounsaturated fatty acids in the diet? *Am J Clin Nutr* 66:988S-990S
- Hopkins PN. 1992. Effects of dietary cholesterol on serum cholesterol: A meta-analysis and review. *Am J Clin Nutr* 55:1060-1070
- Howell WH, McNamara DJ, Tosca MA, Smith BT, Gaines JA. 1997. Plasma lipid and lipoprotein responses to dietary fat and cholesterol: A meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 65:1747-1764
- Ishigaki Y, Ogihara T, Gao J. 2008. Impact of plasma oxidized low-density removal on atherosclerosis. *Circulation* 118:75-83
- Jacobs DR, Anderson JT, Blackburn H. 1979. Diet and serum cholesterol. Do zero correlations negate the relationship? *Am J Epidemiol* 110:77-87
- Jang HO, Lee CG, Kang YJ. 2002. The prevalent rates of abnormal serum aminotransferase levels and total cholesterol levels among adolescents with obesity. *Korean J Pediatr* 45:1484-1490
- Jenkins DJ, Reynolds D, Slavin B, Leeds AR, Jenkins AL, Jepsen EM. 1980. Dietary fiber and blood lipids: treatment of hypercholesterolemia with guar crispbread. *Am J Clin Nutr* 33:575-581
- Kashyap MK, Yadav V, Sherawat BS, Jain S, Kumari S, Khullar M, Sharma PC, Nath R. 2005. Different antioxidants status, total antioxidant power and free radicals in essential hypertension. *Mol Cell Biochem* 277:89-99
- Kay RM, Sabry ZI, Crisma A. 1980. Multivariate analysis of diet and serum lipids in normal men. *Am J Clin Nutr* 33:2566-2572
- Keys A. 1984. Serum cholesterol response to dietary cholesterol. *Am J Clin Nutr* 40:351-359
- Kim JH, Kim SY, Shin JY, Choi BM, Choung JT, Park SH, Lee KH. 2007. The relationship between serum adiponectin and non-alcoholic fatty liver disease in obese children. *J Korean Oriental Association for Study of Obesity* 16:95-101
- Kim JS, Kim HY, Park YK, Kim TS, Kang MH. 2003. The effects of green vegetable juice (*Angelica keiskei*) supplements on plasma lipids and antioxidant status in smokers. *Korean J Nutr* 36:933-941
- Kim SK. 1995. The relationship between body fat, serum lipids, insulin and nutrients intake in obese in and non-obese male students. *Korean J Nutr* 28:1056-1064
- Kim SK, Park YS, Byon KE. 2000. Comparison of the total antioxidant status and usual dietary intake in normal and overweight males. *Korean J Comm Nutr* 5:633-641
- Kim SY, Jung KA, Choi YJ, Lee SK, Chang YK. 2000. Comparisons of nutrients intake of normocholesterolemia and hypercholesterolemia in the postmenopausal women. *Korean J Comm Nutr* 5:461-474
- Korean guidelines of hyperlipidemia treatment for prevention of atherosclerosis. 2003. *Korean J Lipidology* 12:226-228
- Krauss RM. 1998. Triglycerides and atherogenic lipoproteins: rationale for lipid management. *Am J Med* 1015A:58S-62S
- Kris-Etherton PM, Krummel D, Russell ME, Dreon D, Mackey S, Borchers J, Wood PD. 1988. The effect of diet on plasma lipids, lipoproteins, and coronary heart disease. *J Am Diet Assoc* 88:1373-1400
- Kuppasamy UR, Indran M, Rokiah P. 2005. Glycaemic control in relation to xanthine oxidase and antioxidant indices in Malaysian Type 2 diabetes patients. *Diabet Med* 22:1343-1346
- Kwak HK, Lee MS, Lim SY, Yoon S. 2008. Relationship between ferric reducing antioxidant power and metabolic risk factors in Korean women living in Seoul. *Korean J Comm Nutr* 13:91-99
- Kwak HK, Yoon S. 2005. Relation of serum oxygen radical absorbance capacity with metabolic risk factors in human volunteers. *J Comm Nutr* 7:215-219
- Lee SL, Kim SY, Chang YK. 2001. Comparisons of fatty acid intake of hypercholesterolemia in women. *J Korean Diet Assoc* 7:373-384
- Lee MS, Kwak CS. 2006. The comparison in daily intake of nutrients quality of diets and dietary habits between male and female college students in Daejeon. *Korean J Comm Nutr* 11:39-51
- Nuria MC, Isabel G, Jose A, Alejandra GA and Fulgencio SC. 1999. Reduction in serum total and LDL cholesterol concentrations by a dietary fiber and polyphenol-rich grape product in hypercholesterolemic rats. *Nutrition Research* 19:1371-1381
- Miettinen TA. 1987. Dietary fiber and lipids. *Am J Clin Nutr* 45:1237-1242
- Ministry of Health, Welfare and Family Affairs [MOHWFA] & Korea Center for Disease Control and Prevention [KCDCP]. 2009. 2008 National Health Statistics- The 4th Korea National Health and Nutrition Examination Survey, the second year (2008), Korea Center for Disease Control and Prevention,

## Korea

- Nestle M. 1996. Fruits and vegetables : Protective or just fellow travelers? *Nutr Rev* 54:225-227
- Nicolosi RJ, Wilson TA, Lawton C, Handelman GJ. 2001. Dietary effects on cardiovascular disease risk factors: Beyond saturated fatty acids and cholesterol. *J Am Coll Nutr* 20:421S-427S
- Oh KW, Lee SI, Song KS, Nam CM, Kim YO, Lee YC. 1995. Fatty acid intake patterns and the relation of fatty acid intake to serum lipids of Korean adults. *Korea Society of Lipidology and Atherosclerosis* 5:167-181
- Park SH, Kim BI, Yoo TW, Kim JW, Cho YK, Sung IK, Park CY, Sohn CI, Jeon WK, Lee WY, Kim SW. 2003. Nonalcoholic fatty liver disease and abnormal liver function test in the health screen examinees: The relationship with insulin resistance. *Korean J Society of Gastroenterology* 41:336-373
- Rader DJ. 2002a. Inflammatory markers of coronary risk. *N Engl J Med* 343:1179-1182
- Rader DJ. 2002b. High-density lipoproteins and atherosclerosis. *Am J Cardiol* 90:62S-70S
- Ridker PM, Hennekens CH, Buring JE, Rifai N. 2000. C-reactive protein and other markers of inflammation in the prediction of cardiovascular disease in woman. *N Engl J Med* 342:836-843
- Shimada K, Mokuno H, Matsunaga E, Miyazaki T, Sumiyoshi K, Miyauchi K, Daida H. 2004. Circulating oxidized low-density lipoprotein is an independent predictor for cardiac event in patients with coronary artery disease. *Atherosclerosis* 74:343-347
- The Ministry of Health and Welfare, Korea Center for Disease Control and Prevention 2007. The third Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES III), (2005)- Examination survey result deep analysis report : Medical examination part
- Warstedt K, Furuholm C, Duchén K, Fälth-Magnusson K, Fagerås M. 2009. The effects of omega-3 fatty acid supplementation in pregnancy on maternal eicosanoid, cytokine, and chemokine secretion. *Pediatr Res* 66:212-217
- World Health Organization. 1998. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Geneva, WHO
- Yagi K. 1998. Simple procedure for specific assay of lipid hydroperoxides in serum or plasma. *Free Radical and Antioxidant Protocols* 108:101-106
- Zhao G, Etherton TD, Martin KR, Gillies PJ, West SG, Kris-Etherton PM. 2007. Dietary alpha-linolenic acid inhibits proinflammatory cytokine production by peripheral blood mononuclear cells in hypercholesterolemic subjects. *Am J Clin Nutr* 85:385-391

---

접 수 : 2010년 11월 26일  
 최종수정 : 2011년 3월 27일  
 채 택 : 2011년 3월 28일